

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1998年 9月21日

出 願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第266753号

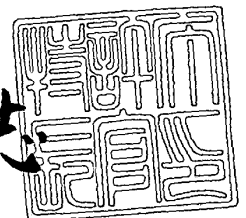
出 願 人
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

1999年 7月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3048001

【書類名】 特許願

【整理番号】 98P01578

【提出日】 平成10年 9月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 1/00
A61B 10/00

【発明の名称】 光走査プローブ装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4 3番2号 オリパス光学工業株式会社内

 【氏名】 堀井 章弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4 3番2号 オリパス光学工業株式会社内

 【氏名】 上野 仁士

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4 3番2号 オリパス光学工業株式会社内

 【氏名】 飯塚 修平

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4 3番2号

 【氏名又は名称】 オリパス光学工業株式会社

 【代表者】 岸本 正壽

【代理人】

 【識別番号】 100076233

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013387

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光走査プローブ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光走査プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブで構成され少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

シースの少なくとも光の出射・入射部が設けられた部分が交換可能であることを特徴とする光走査プローブ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築するための光走査プローブ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、生体組織を診断する場合、組織内部の光学的情報を得ることのできる装置として、低干渉性光を用いて被検体に対する断層像を得る干渉型の OCT（オプティカル・コヒーレンス・トモグラフィ）が例えば特表平 6-511312 号公報に開示されている。

【0003】

特表平 6-511312 号公報では体腔内に挿入するための外側のチューブ状シースに対して内側に光ファイバおよび光学素子が設けられた回転チューブを設けた光走査プローブ装置（以下、単に光プローブ或いはプローブと略記）が開示

されている。

【0004】

しかし、プローブの着脱手段がないため、体腔内での使用に必要な洗浄・滅菌ができない。また、先端のプリズム等の光学素子が外側シースに対して露出して回転しているため、生体を傷つける可能性が有る。

【0005】

それに対し、特願9-313924号には、着脱可能なOCT用光プローブが開示されている。着脱可能なコネクタ部を有し、先端のプリズム等の光学素子まで透明なシースで覆って密封している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、この技術では内視鏡の鉗子孔にプローブを挿通して体腔内に挿入する場合など、プローブが湾曲した場合、先端の光学素子の支持部が外側シースの内側に回転しながら接触し、外側シースの内側を傷つけ、その部位で光の乱反射が生じるため外側シースの光学特性を劣化させ、光学素子から出射するOCT照射光及び生体からの観察光を遮り観察性能を劣化させるという問題が有った。

【0007】

また、シースの傷いた箇所が照射光及び観察光の位置でなくとも、プローブの湾曲形状によって回転シースが外側シースの位置に対して前後して移動するため、傷ついた箇所が観察光の場所に現れるという問題があった。

【0008】

（発明の目的）

本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、シースの内側が傷ついた場合にも、別の光走査プローブ装置を使用することなく、シース部分を交換することにより同じ光走査プローブ装置を使用して観察像を得ることができる光走査プローブ装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の

断層像を構築する光イメージング装置用の光走査プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブで構成され少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

シースの少なくとも光の出射・入射部が設けられた部分が交換可能にすることにより、シースの内面が傷ついた場合は、その傷ついたシースのみ交換して観察を行えるようにしている。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施の形態）

図1ないし図8は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は本発明の第1の実施の形態の光走査プローブ装置を備えた光イメージング装置の全体構成を示し、図2は光走査プローブ装置が挿通される内視鏡を示し、図3は光走査プローブ装置及び回転駆動装置の構成を示し、図4は光走査プローブ装置の先端側の構成を示し、図5は図4とは異なる構成の光走査プローブ装置の先端側の構成を示し、図6及び図7はさらに異なる構成の光走査プローブ装置の先端側の構成を示し、図8はコネクタ部の詳細な構成を示す。

【0011】

本実施の形態の目的は外側シースの内面が傷ついても、シースを交換可能にすることにより観察が可能な光プローブ装置を提供することにある。

また、光学素子の保持部に曲面部を設けることにより、外側シースの内面が傷つきにくい光プローブ装置を提供することにある。

【0012】

また、外側シース内腔に屈折率整合水を封入することにより、外側シース内面の反射を減衰させ、ゴーストを防止することができる光プローブ装置を提供する

ことにある。

また、外側シース内腔に屈折率整合水を封入することにより、外側シース内面の反射を減衰させ、外側シースの内面が傷ついても、傷の乱反射による影響が小さくできる光プローブ装置を提供することにある。

【0013】

また、シースの着脱部に水密シールを設け、コネクタ部に屈折率整合水封入用の注水孔を設けることにより、着脱後に屈折率整合水の封入が可能な光プローブ装置を提供することにある。

さらに光ファイバ接合部材の長さの範囲内に回転チューブの接合部を設けることにより、硬質長を短縮することができる光プローブ装置を提供することにある。

【0014】

図1に示す光イメージング装置（光断層画像装置）1Aは観測装置27内に超高輝度発光ダイオード（以下、SLDと略記）等の低干渉性光源2を設けている。この低干渉性光源2はその波長が例えば1300nmで、その可干渉距離が例えば17μm程度であるような短い距離範囲のみで干渉性を示す低干渉性光の特徴を備えている。つまり、この光を例えば2つに分岐した後、再び混合した場合には分岐した点から混合した点までの2つの光路長の差が17μm程度の短い距離範囲内の場合には干渉した光として検出され、それより光路長が大きい場合には干渉しない特性を示す。

【0015】

この低干渉性光源2の光は第1のシングルモードファイバ3の一端に入射され、他方の端面（先端面）側に伝送される。この第1のシングルモードファイバ3は途中の光カップラ部4で第2のシングルモードファイバ5と光学的に結像されている。従って、この光カップラ部4で2つに分岐されて伝送される。

【0016】

第1のシングルモードファイバ3の（光カップラ部4より）先端側には、非回転部と回転部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイント6が介挿され、この光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7の先端に第

1の実施の形態の光走査プローブ装置（以下、光走査プローブ或いは光プローブと略記）8のコネクタ部9が着脱自在で接続され、この光走査プローブ8内に挿通され、回転駆動される第4のシングルモードファイバ10に低干渉性光源2の光が伝送（導光）される。

【0017】

そして、伝送された光は光走査プローブ8の先端側から被検体としての生体組織11側に走査されながら照射される。また、生体組織11側での表面或いは内部での散乱などした反射光の一部が取り込まれ、逆の光路を経て第1のシングルモードファイバ3側に戻り、光カップラ部4によりその一部が第2のシングルモードファイバ5側に移り、第2のシングルモードファイバ5の一端から光検出器としての例えばフォトダイオード12に入射される。なお、光ロータリジョイント6のロータ側は回転駆動装置13によって回転駆動される。

【0018】

また、第2のシングルモードファイバ5の光カップラ部4より先端側には基準光の光路長を変える光路長の可変機構14が設けてある。この光路長の可変機構14は光走査プローブ8により生体組織11の深さ方向に所定の走査範囲だけ走査する光路長に対応してこの走査範囲の光路長だけ高速に変化する第1の光路長変化手段と、光走査プローブ8を交換して使用した場合の個々の光走査プローブ8の長さのバラツキを吸収できるようにその長さのバラツキ程度の光路長を変化できる第2の光路長の変化手段とを備えている。

【0019】

第2のシングルモードファイバ5の先端に対向してこの先端と共に1軸ステージ18上に取り付けられ、矢印aに示す方向に移動自在のコリメートレンズ30及びレンズ15を介してグレーティング16が配置されている。また、このグレーティング（回折格子）16と対応するレンズ17を介して微小角度回動可能なガルバノメータ19が第1の光路長の変化手段として取付けられており、このガルバノメータミラー19はガルバノメータコントローラ20により、符号bで示すように高速に回転的に振動される。

【0020】

このガルバノメータミラー19はガルバノメータのミラーにより反射させるもので、ガルバノメータに交流の駆動信号を印加してその可動部分に取り付けたミラーを高速に回転的に振動させるものである。

つまり、光走査プローブ8により、生体組織11の深さ方向に所定の距離だけ高速に走査できるようにガルバノメータコントローラ20により、駆動信号が印加され、この駆動信号により符号bで示すように高速に回転的に振動する。

【0021】

そして、この回転的振動により第2のシングルモードファイバ5の端面から射出され、ガルバノメータミラー19で反射されて戻る光の光路長は生体組織11の深さ方向に走査する所定の距離の走査範囲だけ変化する。

つまり、ガルバノメータミラー19により、深さ方向の断層像を得るための第1の光路長の変化手段を形成している。このガルバノメータミラー19による光路長の変化手段はSCIENCE VOL. 276、1997、pp2037-2039に開示されている。

【0022】

また、第2のシングルモードファイバ5およびコリメートレンズ30は、その光軸方向に符号aで示すように移動自在な1軸ステージ18上に設けられ、第2の光路長の変化手段となっている。

また、第2のシングルモードファイバ5には、ファイバで構成される干渉系全体および光走査プローブ8内のファイバの曲げによって生じる複屈折性の影響を取り除くための偏波面調整用のファイバループ29が設けられている。

【0023】

一方、1軸ステージ18は光走査プローブ8を交換した場合に対し、光走査プローブ8の光路長のバラツキを吸収できるだけの光路長の可変範囲を有する第2の光路長の可変手段を形成すると共に、ガルバノメータミラー19による光路長を過経して深さ方向の画像を得る場合に所望とする位置（例えば、光走査プローブ8の先端が生体組織の表面に密着していない場合でも、1軸ステージ18による光路長を変化させることにより、生体組織11の表面位置から干渉する状態に

設定することにより、その表面位置)から画像化することができるようオフセットを調整する調整手段の機能も備えているようにしている。

【0024】

この1軸ステージ18はステージ移動用のモータを備え、位置制御装置21によりそのモータに駆動信号を印加することにより1軸ステージ18は符号aで示す方向に移動する。

この光路長の可変機構14で光路長が変えられた光は第2のシングルモードファイバ5の途中に設けたカップラ部4で第1のシングルモードファイバ3側から漏れた光と混合されて、共にフォトダイオード12で受光される。

【0025】

なお、例えば第2のシングルモードファイバ5は1軸ステージ18をその可変範囲の中間位置付近に設定した状態では光カップラ部4から第4のシングルモードファイバ9等を経て光走査プローブ8の先端から生体組織11に至る光路長と、第2のシングルモードファイバ5を経て1軸ステージ18上のガルバノメータミラー19で反射される光路長とがほぼ等しい長さとなるように設定されている。

【0026】

そして、実際に接続して使用される光走査プローブ8に応じて1軸ステージ18の位置を可変設定することにより、個々の光走査プローブ8の長さのバラツキを吸収し、かつガルバノメータミラー19を高速で回転的振動或いは高速振動させてその基準光側の光路長を周期的に変化することにより、この光路長と等しい値となる生体組織11の深さ位置での反射光とを干渉させ、他の深さ部分での反射光は非干渉にすることができるようになっている。

【0027】

上記フォトダイオード12で光電変換された信号はアンプ22により増幅された後、復調器23に入力される。この復調器23では干渉した光の信号部分のみを抽出する復調処理を行い、その出力はA/D変換器24を経てコンピュータ25に入力される。このコンピュータ25では断層像に対応した画像データを生成し、モニタ26に出力し、その表示面にOCT像26aを表示する。

このコンピュータ 25 は位置制御装置 21 と接続され、コンピュータ 25 は位置制御装置 2 を介して 1 軸ステージ 18 の位置の制御を行う。また、コンピュータ 25 はビデオ同期回路 28 と接続され、画像化する際のビデオ同期信号に同期して内部のメモリに断層像データを格納する。

【0028】

また、このビデオ同期回路 28 のビデオ同期信号はそれぞれガルバノメータコントローラ 20 と回転駆動装置 13 にも送られ、例えばガルバノメータコントローラ 20 はビデオ同期信号（より具体的には高速及び低速の 2 つのビデオ同期信号における高速の第 1 のビデオ同期信号）に同期した周期で駆動信号を出力し、回転駆動装置 13 はビデオ同期信号（より具体的には低速の第 2 のビデオ同期信号）に同期した周期で第 1 のビデオ同期信号に同期した駆動信号を出力し、回転駆動装置 13 による回転により周方向に光を走査するようにしている。

【0029】

第 1 の実施の形態の光走査プローブ 8 は図 2 に示すように内視鏡 31 の鉗子挿通口 32 から鉗子挿通用チャンネルを経てその先端開口から光走査プローブ 8 の先端側を突出させることができる。

この内視鏡 31 は体腔内に挿入し易いように細長で可撓性の挿入部 33 を有し、この挿入部 33 の後端には太幅の操作部 34 が設けてある。この挿入部 33 の後端付近には鉗子挿通口 32 が設けてあり、この鉗子挿通口 32 はその内部で鉗子挿通用チャンネルと連通している。

【0030】

挿入部 33 内には図示しないライトガイドが挿通され、このライトガイドの入射端を光源装置に接続し、照明光を伝送して挿入部 33 の先端部に設けた照明窓から出射し、患部等を照明する。また、照明窓に隣接して観察窓が設けられ、この観察窓には対物光学系が取り付けられ、照明された患部等を光学系に観察できるようにしている。そして、内視鏡 31 の先端部の観察光学系の観察の下で、患部等の注目する部分の生体組織 11 側に光走査プローブ 8 により、低干渉性光を照射し、その生体組織 11 の内部の断層画像データを得て、モニタ 26 の表示面に OCT 像 26a を表示できるようにしている。

【0031】

また挿入部 33 の先端部には湾曲部 35 および（内視鏡）先端部 36 が設けられている。湾曲部 35 を経て光走査プローブ 8 を挿入させる時、また光走査プローブ 8 の先端 37 を内視鏡先端部 36 より突出させて生体組織 11 に接させる時、図 2 に示す様に光走査プローブの先端部 36 は小さな湾曲半径で湾曲する。

【0032】

図 3 は光走査プローブ 8 及び回転駆動装置 13 の概略の構成を示す。

図 3 に示すように光走査プローブ 8 は細長い管状の樹脂チューブで構成された光学シース 38 と、シース 38 を回転駆動装置 13 に接続するコネクタ部 9 と、光学シース 38 の内側に設けられ、自在に回転して回転力を伝達するフレキシブルシャフト 40 と、フレキシブルシャフト 40 の内腔に設けられた第 4 のシングルモードファイバ 10 と、フレキシブルシャフト 40 の先端に接続されたレンズユニット 39 と、フレキシブルシャフト 40 の後端に接続された回転伝達コネクタ 42 と、第 4 のシングルモードファイバ 10 の後端に接続された光コネクタ 41 よりなる。

【0033】

この光走査プローブ 8 の後端が接続される回転駆動装置 13 は中空の回転シャフト 43 及びこの回転シャフト 43 の後端に接続された光ロータリジョイント 6 を有する。この回転シャフト 43 の先端部には光コネクタ 41 が設けられ、この光コネクタ 41 と光ロータリジョイント 6 は回転シャフト 43 の中空部内に配置された第 3 のシングルモードファイバ 7 で接続されている。

【0034】

また、回転駆動装置 13 は回転シャフト 43 を回転するモータ 44 及びその回転シャフト 43 の回転を検出するエンコーダ 45 とを有し、モータ 44 の回転軸に取り付けたモータプーリ 44a と、エンコーダプーリ 45a の回転軸に取り付けたエンコーダプーリ 45a 及び回転シャフト 43 にはベルト 46 が掛け渡してある。

また、モータ 44 およびエンコーダ 45 は回転駆動コントローラ 48 に接続されている。

【0035】

次に、この回転駆動装置 13 の作用をまず説明する。モータ 44 の回転はモータプーリ 44 a に伝達され、ベルト 46 により回転シャフト 43 及びエンコーダプーリ 45 a に伝達される。エンコーダ 45 は回転シャフト 43 の回転速度を検出し、その回転速度が指定された速度になるように回転駆動コントローラ 48 によりモータ 44 の駆動電流を制御する。これにより、回転シャフト 43 は指定された速度で一定に回転する。また、回転シャフト 43 の回転角はエンコーダ 45 により検出され、回転駆動コントローラ 48 を経由して信号 49 がビデオ同期回路 28 側に送られる。

【0036】

この信号 49 は 1 回転を 256 パルスで分割したパルスである A 相である A 相信号 49 a、この A 相に対し、45 度の位相ずれをもつ B 相の B 相信号 49 b と、1 回転に 1 回のパルスである 1 回転信号 49 c とよりなる。

【0037】

次に、光走査プローブ 8 の作用を説明する。第 3 のシングルモードファイバ 7 で伝送された光は光コネクタ 41 によって第 4 のシングルモードファイバ 10 に伝達される。また、回転シャフト 43 の回転は回転伝達コネクタ 42 によってフレキシブルシャフト 40 に伝達される。

【0038】

第 4 のシングルモードファイバ 10 の伝送光はレンズユニット 39 に伝達され、光学シース 38 を通して検査光として外部に出射され、生体組織からの反射光を受光し、再び第 4 のシングルモードファイバ 10 に伝達する。フレキシブルシャフト 40 の先端はレンズユニット 39 に接続されているため、フレキシブルシャフト 40、レンズユニット 39、第 4 のシングルモードファイバ 10 は一体で回転する。

なお、光学シース 38 の後端側は図 8 を参照して後述するようにシース止め 86 に設けた口金部 87 に着脱自在に接続される構造になっている。

【0039】

図 4 (A) は光走査グローブ 8 の詳細な構成を示す。光学シース 38 は柔軟性

のある樹脂チューブ 50 a と、例えばこれと同質の樹脂で構成され、樹脂チューブ 50 a の先端開口を閉塞する先端部材 50 b よりなり、樹脂チューブ 50 a と先端部材 50 b は例えば熱溶着で接合されている。

レンズユニット 39 は低干渉性光の出射方向を変更するプリズム 51、低干渉性光の偏波面を回転するファラデーローテータ（ファラデー回転子）52、集光する GRIN レンズ 53 およびこれらを保持するレンズ枠 54 よりなる。また、第 4 のシングルモードファイバ 10 はフェルール 55 に、そのフェルール 55 の後端の接着剤 57 で接着されている。

【0040】

レンズユニット 39、フェルール 55 及びフレキシブルシャフト 40 は中空の繋ぎ部材 56 で接続されている。また、フレキシブルシャフト 40 の先端は繋ぎ部材 56 に挿入され、接着剤 58 で接着して連結固定されている。

【0041】

第 4 のシングルモードファイバ 10 の中心軸 O に沿って伝送された低干渉性光はその先端のファイバ端 10 a より出射され、対向する GRIN レンズ 53 に入射して集光され、さらにファラデーローテータ 52 を経てプリズム 51 により方向を直角に曲げられ、シース 50 a を透過して観察ビーム 62 となり、焦点 63 に集光する。

【0042】

なお、光学シース 38 の先端側、より具体的には少なくともプリズム 51 に対向する部分の樹脂チューブ 50 a は低干渉性光を透過する光透過性の良い素材で形成されている。

【0043】

第 4 のシングルモードファイバ 10 の先端のファイバ端 10 a および GRIN レンズ 53 の間隔 61 を変えることにより、シース 50 a の外面からの距離 59 の焦点 63 の位置を（距離 59 の値を変更して）変更することができる。繋ぎ部材 56 およびレンズ枠 54 はフレキシブルシャフト 40 の回転によりシース 50 a に対し回転するため、レンズ枠角部 54 a とシース内面 73 が接触して傷つくことが多い。

【0044】

また、フレキシブルシャフト40は光走査プローブ8の挿入形状により全長が変化するためレンズ枠角部54aとシース内面73の接触により生じた傷が観察ビーム62と交差し、観察が正常に行われない場合がある。

このような場合には図4（A）では光学シース38部分を新しい光学シース38と交換することにより、観察像を得ることができるようにしている。

【0045】

次に、図4（B）に先端部の別の構成を示す。光学シース38は柔軟性のあるナイロンチューブ64及びその先端開口を閉塞する先端キャップ65により構成され、ナイロンチューブ64および先端キャップ65は接着により接合されている。このナイロンチューブ64は少なくともその先端側は光透過性である。

【0046】

レンズユニット39のレンズ枠55の先端側には丸み付キャップ66が接続されている。この丸み付キャップ66には開口部67が設けられ、観察ビーム62を透過できるようになっている。丸み付キャップ66のR部72がシース内面73と接触するため、丸み付キャップ66が回転しでもシース内面73は傷つきにくい。

【0047】

なお、この光走査プローブ8では、繋ぎ部材56に間隔管68を介して所定の光路長を確保してレンズユニット39を構成するレンズ枠54を取り付けるようにしている。

【0048】

また、図4（A）のフェルール55の代わりに段削りフェルール60が設けられている。段削りフェルール60はその後端側にその外周面を段差状に削り取って細径にした段削り部70が設けられ、この段削り部70の外径はフレキシブルシャフト40の内径よりも小さく、フレキシブルシャフト40の先端部に挿入され、その内側の第4のシングルモードファイバ10と共に接着充填部71でフレキシブルシャフト40に接着固定されている。

【0049】

これにより、段削りフェルール60および第4のシングルモードファイバ10の接着長を確保した上でフレキシブルシャフト40と繋ぎ部材56との接着部を段削りフェルール60の長さの範囲内に設けることにより先端部の硬質長を短縮することができる。

【0050】

また、丸み付きキャップ66と先端キャップ65の空間の間隔Lは、ナイロンチューブ64等、光学シース38の温度による伸縮、また湾曲によるフレキシブルシャフト40と光学シース38の相対的移動のための余裕空間で、光学シース38の材質に左右されるが通常8mm程度必要である。

【0051】

図5(A)に更に別の構成を示す。光学シース38とレンズユニット39の間の内腔76には光学シース38(の光透過窓)を形成するナイロンチューブ64の屈折率とほぼ同じ屈折率の屈折率整合水77が充填されている。

レンズ枠54の先端側に取り付けた丸み付きキャップ66には開口部66aおよび66bが設けられ、観察ビーム62を透過すると共に、屈折率整合水77が通過可能になっている。

【0052】

プリズム51の反射面148は、屈折率整合水77と直接接するため、プリズム素材の屈折率と整合水77の屈折率が近いため全反射しない。そこで反射面51aにはアルミコーティングや誘電体多層膜コーティングなどの反射コーティング層を設け、全反射させるようにしている。

【0053】

図4(B)の段削りフェルール60の代わりにステンレスパイプ78が設けられている。ステンレスパイプ78の内腔には第4のシングルモードファイバ10を構成するファイバ芯線79及びジャケット80が挿通され、ジャケット80は接着部84で接着されている。また、ステンレスパイプ78の先端は平面または球面研磨されている。

【0054】

レンズユニット39およびステンレスパイプ78の間にはガラス材81が充填されている。また、繋ぎ部材56にはガラス材81との接着部82の近傍にレンズユニット39挿入時の空気を抜くための空気抜孔83が設けられている。

【0055】

光学シース38とレンズユニット39の間の内腔76には屈折率整合水77を充填することによって、光学シース38内面の反射を減衰させ、光学シース38の外側でも同様に生じる反射との多重反射によるゴーストを防止する事ができる。

【0056】

また、光学シース38内面の反射が減衰するため、光学シース38内面が傷ついても、傷による乱反射の影響を小さくすることができる。

図5(B)は丸み付キャップ66とプリズム51、開口部66bと繋ぎ部材56の関係を立体的に図示したものである。

【0057】

図6(A)は図4(A)の構成に樹脂キャップ85を設けたものである。

樹脂キャップ85はレンズ枠54およびプリズム51と一体成形され、プリズム51の観察ビーム62の出射方向には図6(A)のA-A'断面の図6(B)にも示すように開口部85aが設けてある。

樹脂キャップ85は丸み付キャップ66と同様のR部を有するため、シース内面を傷つけないという点で図4(B)、図5(A)と同様の効果を有する。

【0058】

図7(A)にシースを傷つけない他の方法を示す。図4(A)の構成において、シース内面を傷つける可能性を持つ繋ぎ部材56のレンズ枠54との接合部の端部56aを光照射・受光部から離して配置する構成にしている。

【0059】

例えばレンズ枠54の外周面を後端側に対してその先端側をテーパ状に細径にしてその先端側にプリズム51等を取り付けている。

光学シース38に対してレンズユニット39が相対的に移動しても、繋ぎ部材

56の端部56aで仮に傷が生じて、その位置までは光照射受光部が移動しないので、光の送受に影響を及ぼすことはない。

【0060】

図7(B)に更に別の方法を示す。図4(A)の構成におけるシース38を繋ぎ部材56の前端部56aと空隙を有して対向する突き当て部74aを有する透明シース74と、繋ぎ部材端56の後端部56bと空隙を有して対向する突き当て部75bを有する根元側シース75を接合して構成されている。

【0061】

繋ぎ部材56の位置は自在に回転できるが、この構成では突き当て部74aと突き当て部75bにより規制されるため、繋ぎ部材56の前端部56aおよびレンズ枠54の角部54aにより生じるシース内部の傷は、光照射・受光部に現れないようにできる。

【0062】

図8はコネクタ部9の詳細な構成を示す。光学シース38はシース止め86の前面に設けたタケノコ状の突起を有する口金部87に着脱自在に取り付けられている。また、シース止め86には折れ止め88が設けられており、光学シース38の後端(基端)部分を折れ止め88で覆うようにしている。

【0063】

この光学シース38の後端部より突出するフレキシブルシャフト40はコネクタ止め90に取り付けられる。このコネクタ止め90は光コネクタ91に接着部92で接合されている。

【0064】

また、コネクタ止め90は軸受け93を介して回転自在に軸受け台94に保持されている。軸受け台94はケース95と締め付けリング96によって回転駆動装置13に取り付けられる。

【0065】

また、軸受け台94の前端面にシース止め86の後端面が押しつけられ、止めネジ89でシース止め86がケース95に着脱自在で固定される。

この場合、軸受け台94の端面に設けた凹部にシース止め86の端面に設けた

回転止め用突起 86 a をはめ込むことによりシース止め 86 が不用に回転しないようにしている。

【0066】

また、光コネクタ 91 は第 4 のシングルモードファイバ 10 と回転駆動装置 13 を接続するためのフェルール 97 と光コネクタ 91 の接続方向を定める回り止め 98 を有する。

光コネクタ 91 を回転することにより、コネクタ止め 90 が回転し、フレキシブルシャフト 40 に回転が伝達される。また、コネクタ止め 90 とフレキシブルシャフト 40 とシングルモードファイバ 10 は水密接着部 99 で水密を確保して接着されている。

【0067】

また、コネクタ止め 90 と軸受け台 94 の間にはリング 100 が水密シールとして設けられている。また、シース止め 86 と軸受け台 94 の間にも水密シールの機能を備えたリング 101 が設けられている。

これらの水密シールにより、光学シース 38 とフレキシブルシャフト 40 との間に充填された屈折率整合水が漏れ出すことがなく、軸受け台 94 に設けられた注水口 102 より屈折率整合水を封入することができる。

【0068】

また、フレキシブルシャフト 40 の隙間から内部に浸入した水も漏れ出すことはない。注水口 102 は通常は注水蓋 103 で閉塞されている。

また、軸受け台 94 とケース 95 との間にもリング 104 を介挿して水密を確保している。

【0069】

本実施の形態では、図 8 に示すように光学シース 38 の基端はシース止め 86 の口金部 87 に着脱自在で接続した構成になっているので、光学シース 38 の内面に傷ができた場合には、光学シース 38 を口金部 87 から引き離し、新しい光学シースと交換するのみで、その他はそのまま使用して OCT 像を得るのに使用できる。

【0070】

(第2の実施の形態)

次に本発明の第2の実施の形態を図9を参照して説明する。本実施の形態の目的は外側シースの内面が傷ついても、シースを交換可能にすることにより観察が可能とすることにある。

また、シースの先端部分の光透過部のみ交換可能にして安価であるようにする。

【0071】

また、光学素子保持部とシース内面の接触部に硬質コーティングを設けることで、接触による傷をつきにくくする。

また、シース内面の照射・観察光の透過部に反射防止コーティングを設けることで、シース内面の反射を減衰させ、ゴーストを防止する。

【0072】

図9に示す光プローブ8は第1の実施の形態における図4(B)との相違は光学シース38が光透過性でない(或いは光透過/光不透過のどちらでも良い)樹脂チューブ110と光透過性を有するチューブ64が接続管111により接続されていることである。

【0073】

接続管111とチューブ110とは例えば嵌合して接着部112で接合されている。また、チューブ64の後端には接続管111のタケノコ状の突起を設けた口金部113が挿入して接続されている。

【0074】

また、チューブ64の内側でレンズユニット39とプリズム51がチューブ54に接触する可能性がある部分には硬質コーティング部114が設けられており、接触しても傷つきにくい構成となっている。樹脂に対する適切な硬質コーティング部114としては、窒化チタンなどの薄膜セラミックス等がある。また薄いガラス管をコーティングの代わりに封入しても良い。

シース内面が傷ついた場合にはシース64と接続管111は接着されていないので、シース64を切りさいて破棄し、新しいシース64を接続管111の口金

部 113 に装着することにより、容易に交換することができる。

【0075】

また、この硬質コーティング部 114 を置換またはコーティング部に付加して誘電体多層膜等で構成された反射防止コーティングを設けることで、チューブ 64 内部の空気とチューブ 64 の屈折率差による反射を減衰させ、第 1 の実施の形態の図 5 (A) における屈折率整合水と同様の効果を得ることができる。

【0076】

更に、シース 64 の照射光・観察光の透過する部分の外側に、外側に存在する空気、鋭気水、生体組織などの媒質に対応した誘電体多層膜等で構成された反射防止コーティングを設けることで、チューブ 64 とチューブ 64 外部の媒質の誘電体多層膜等で構成された反射防止コーティングを設けることで、内面および内部の光学素子界面の反射との多重反射によるゴーストを防止する事ができる。

【0077】

本実施の形態によれば、上述した目的を達成できる。

【0078】

つまり、第 1 の実施の形態の光学シース 38 を形成するチューブ 64 の内面が傷ついても、そのチューブ 64 部分を交換可能にすることにより観察が可能となる。この場合、シース全体でなく、シースの先端部分の光透過部のみ交換可能にして安価で済む。

【0079】

また、光学素子保持部とシース内面の接触部に硬質コーティング部 114 を設けることで、接触による傷をつきにくくできる。

また、シース内面の照射・観察光の透過部に反射防止コーティングを設けることによりの、シース内面の反射を減衰させ、ゴーストを防止できる。

【0080】

(第 3 の実施の形態)

次に本発明の第 3 の実施の形態を説明する。本実施の形態の目的は光プローブを交換した場合にも、光路長の長さのバラツキを自動的に補正して、確実に断層像を得ることができる光イメージング装置を提供することにある。

【0081】

図10は第1の光路長変化手段と第2の光路長変化手段の構成を示す。

図1における第2のシングルモードファイバ5の端部に設けた光路長の可変機構14の他の実施の形態に相当する。

【0082】

本実施の形態における第2のシングルモードファイバ115から出射した光はコリメートレンズ116により平行光に変換され、反射ミラー117に入射し、直角方向に反射される。この反射ミラー117からの光はコーナミラー118により再び反射ミラー117に入射し、ファラデーローテータ119を透過し、レンズ120に入射する。

【0083】

コーナミラー118は一軸スライダ121に取り付けられ、コーナミラー118は矢印cで示す方向に移動自在であり、反射ミラー117とコーナミラー118の間隔を変えることで光路長を大きく変化させることができる。

【0084】

レンズ120に入射した光はミラー122により反射し、グレーティング123に入射し、グレーティング123により分光された光はレンズ124によってガルバノメータミラー125に入射する。ガルバノメータミラー125を反射した光は逆の光路を通過して第5のシングルモードファイバ115に入射する。

ガルバノメータミラー125を走査させることにより光遅延時間を変化させることができる。その他は第1の実施の形態と同様の構成である。

【0085】

第1の実施の形態における図4（A）に示される物体側の干渉系のアームにある光走査プローブ8に設けられたファラデーローテータ52と、参照光側のアームにあるファラデーローテータ119によって、光走査プローブ8の湾曲により内部にあるファイバが湾曲することによって生じる複屈折性を補償することができることは、“Rapid acquisition of in vivo biological images by use of optical coherence tomography”, G.J.Tearney et.al, Optics Letters, vol.21, NO.17, p.1408-1410, 1996に開示されている。

【0086】

図11は第1の光路長変化手段と第2の光路長変化手段の他の構成例を示す。第2のシングルモードファイバ115から出射した光はコリメートレンズ131により平行光に変換され、コーナミラー118により2回反射し、レンズ132に入射する。

【0087】

コーナミラー118には一軸スライダ121が設けられ、コリメートレンズ131とレンズ132とコーナミラー118の間隔を変えることで光路長を大きく変化させることができる。

【0088】

レンズ132に入射した光はシングルモードファイバ133に入射し、シングルモードファイバ1337から出射した光はレンズ134によりグレーティング123に入射し、グレーティング123により分光された光はレンズ124によってガルバノメーターミラー125に入射する。ガルバノメーターミラー125を反射した光は逆の光路を通過して第2のシングルモードファイバ115に入射する。

ガルバノメーターミラー125を走査させることにより光遅延時間を変化させることができる。その他は第1の実施の形態と同様の構成である。

【0089】

図12(A)に本実施の形態の光イメージング装置で得られた像を示す。

モニタ像121の中心122を中心としてシース外面の環状の反射像123および生体組織の像124が得られている。モニタ中心122が光プローブ8の回転中心に対応している。

【0090】

図12(B)にモニタの中心122と光プローブ8の回転中心がずれた像を示す。

これは、第4のシングルモードファイバ10およびレンズユニット39の光路長が想定していた長さと、実際とずれていた場合におきる。

【0091】

シース外面の反射像 123 の直径が増え、同様に生体組織の像 124 も拡大している。従って、正確な診断が行うことができない。そのため、正確な光路長を算出する必要がある。

【0092】

図 13 から図 16 に正確な光路長を算出する方法を示す。

図 9 および図 10 で示された光路長変化手段で光路長を変化させながら反射強度を得ると図 13 のような信号が得られる。横軸 125 が光路長（距離）を示し、縦軸 126 が反射強度を示す。

符号 127 がファイバ端に対応した反射ピークを示し、符号 128 が GRIN レンズ 53 の入射端、符号 129 がファラデーローテータ 52 の入射端、符号 130 がプリズム 51 の入射端、符号 131 がシース内面、符号 132 がシース外面、符号 133 が測定生体組織での反射を示す。それぞれの反射ピークの間隔はそれぞれの光学素子の光路長に対応している。

【0093】

図 14 は像の中心となる光路長の位置を決定する方法を示す。

まず、ステップ S1 で反射強度のピークと、そのピークに対応する光路長を検出する。

次のステップ S2 でプリズム、GRIN レンズの入射・出射面の光路長とパターンマッチングを行う。

【0094】

次にステップ S3 で一致する位置を検出し、プリズムの出射端の位置を同定する。

次のステップ S4 で、像の中心となる光路長の位置を決定する。

また、図 15 および図 16 に像の中心となる光路長の位置を決定する別の方法を示す。

【0095】

図 15 に示すように光プローブ 8 の先端にキャリブレーション治具 143 を置く。

このキャリブレーション治具143はその内面には高い反射率を有する塗装膜144が形成されている。

【0096】

そして、図16に示すように最初のステップS5で図14のステップS1と同様に反射強度のピークと、そのピークに対応する光路長を検出する。

次のステップS7で最大強度の反射ピークをキャリブレーション治具143からの反射として同定する。

【0097】

次のステップS8で、上記ピークの1つ手前側のピークをシース表面からの反射として同定する。

そして、次のステップS9でシース外径より像の中心となる光路長の位置を決定する。

図17は水平方向に走査する光走査プローブ148を示す。

フレキシブルシャフト40とGRINレンズ53とプリズム51とシングルモードファイバ10は保持部材151により接合されている。フレキシブルシャフト40を左右方向fに走査することにより観察ビーム62および焦点63は左右方向gに走査され、水平方向に走査した場合の像を得ることができる。

【0098】

図18に図17のプローブで得られたモニタ像152を示す。モニタ像152にシース外面の像123と生体組織の像124が得られる。モニタ上辺とシース外面の像123の距離hは図15、図16に示された同様の方法で光路長を算出することができる。

【0099】

図19はプローブの正面方向に走査する光走査プローブ158を示す。

光走査プローブ158はシース或いはレンズ枠161の内側にシングルモードファイバ10を配置し、その先端面に対向してレンズ枠161の先端開口に取り付けた対物レンズ162を経て光を出射できるようにする。

【0100】

また、シングルモードファイバ10の先端部163には例えばピエゾ素子16

4 が取り付けられ、ピエゾ素子 164 (の電極) に図示しない信号線を介して信号レベルが変化する駆動信号を印加することにより、先端部 163 を図 19 に示すように上下方向 j に走査する構成になっている。

【0101】

このピエゾ素子 164 によりシングルモードファイバ 10 の先端部 163 を上下方向に走査することにより観察ビームが生体組織 11 を上下方向 k に走査され、生体組織 11 の像を得ることができる。

【0102】

図 20 に図 19 の光走査プローブ 158 で得られた像を示す。モニタ像 152 としてシース外面の像 165 と生体組織 11 の像 124 が得られる。モニタ上辺とシース外面の像 165 の距離 m は図 14、図 16 に示された同様の方法で光路長を算出することができる。

【0103】

(第 4 の実施の形態)

次に本発明の第 4 の実施の形態を説明する。図 21、図 22 は本発明の第 4 実施の形態に係り、図 21 は光断層画像装置の概略構成を示す構成説明図、図 22 は光断層画像装置用光走査プローブの挿入部先端の詳細構成を示す構成図である。

【0104】

図 21 に示すように、本実施の光断層画像装置 1B は、図 1 における第 2 のシングルモードファイバ 5 の出射端に対向して可視領域の波長のガイド光となるレーザ光を供給するレーザ光源 171 と、このレーザ光は透過するダイクロイックミラー 172 とを配置し、第 2 のシングルモードファイバ 5 の出射端から出射される低干渉性光はダイクロイックミラー 172 で反射させて光検出器としてのフォトダイオード 12 で受光する構成にしている。

その他の構成については、図 1 に示す第 1 の実施の形態と同一であり、ここでは説明を省略する。

【0105】

また、本実施の形態の光走査プローブ 8 を図 22 (A) に示す。光学シース 3

8は円筒チューブ181とその先端に取り付けた先端キャップ182とからなり、このシース38内の先端側には集光光学系が収納されている。

【0106】

つまり、図22に示すように、低干渉性光とガイド光を光走査プローブ8の先端へ導光し、被検体からの反射光を戻す第2のシングルモードファイバ10と、第2のシングルモードファイバ10の先端から出射される低干渉性光とガイド光から成る光を所定の位置に集光するGRINレンズ53と、低干渉性光を透過し、ガイド光の波長の光を選択的に反射する直方形のダイクロイックミラー184と、低干渉光の偏光面を回転するファラデー回転子52と、低干渉性光の光路を反射により変更するマイクロプリズム51と、GRINレンズ53、ダイクロイックミラー184、ファラデー回転子52、およびマイクロプリズム51を一体的に固定する光学系固定部材185とを有して構成される。

【0107】

光学系固定部材185は、ダイクロイックミラー184のガイド光を反射する面にあわせて、開口を持つ筒状の形状であり、ガイド光の光路を妨げない。また、GRINレンズ53、第2のシングルモードファイバ10、およびシングルモードファイバ10が挿通されて回転力を伝達するフレキシブルシャフト40は、その先端がGRINレンズ53を固定する先端固定部材186に固定されている。

【0108】

次に本実施の形態の作用を説明する。

内視鏡光源装置からの照明光を内視鏡のライトガイドで導光することにより、挿入部の先端部の照明窓から被検体側を照明する。照明された被検体は観察窓の対物光学系により、固体撮像素子に結像され、ビデオプロセッサで信号処理された。後、表示用モニタに内視鏡画像を表示する。

【0109】

低干渉性光での断層像の表示を行う場合には、内視鏡画像を見ながら、内視鏡の鉗子挿入口に光走査プローブ8を通し、内視鏡先端の開口から光走査プローブ8の先端部を突出させる。

【0110】

そして、低干渉性光源 2 からの低干渉性光を第 1 のシングルモードファイバ 3 に導光する。第 1 のシングルモードファイバ 3 は光ロータリジョイント 6 を介して第 2 のシングルモードファイバ 7 と接続されており、低干渉光を光走査プローブ 8 の先端に導く。

【0111】

また、第 2 のシングルモードファイバ 5 の一端にはダイクロイックミラー 172 を介して可視の波長領域内の特定の波長で発光するレーザ光源 171 からのガイド光を入射するように配置されている。このため、ガイド光はダイクロイックミラー 172 を透過して第 2 のシングルモードファイバ 5 の一端に入射される。

第 2 のシングルモードファイバ 5 は光カップラ部 4 により、第 1 のシングルモードファイバ 3 と光学的に接続されているため、光走査プローブ 8 内に挿通される第 4 のシングルモードファイバ 10 は低干渉性光と共に、この低干渉性光と合成されたガイド光も導光する。

【0112】

低干渉性光とガイド光は第 4 のシングルモードファイバ 10 によって導光されて、図 22 (A) に示すように対向する GRIN レンズ 53 側に出射され、この GRIN レンズ 53 により集光される。GRIN レンズ 53 の先端面に固着された直方形のダイクロイックミラー 184 に入射したガイド光は、ダイクロイックミラー 184 内部のガイド光の波長帯域を反射するように形成された誘電体多層膜面で進行方向が 90° 異なる方向に出射され、被検体に照射される。

【0113】

また、同様にダイクロイックミラー 184 に入射した低干渉性光はそのまま透過し、ファラデー回転子 52 に入射する。ファラデー回転子 52 を透過した低干渉性光は、偏光面を 45° 回転させて、ファラデー回転子 52 の先端に固着されたマイクロプリズム 51 に入射され、その斜面で全反射されて進行方向が 90° 異なるとともに、ダイクロイックミラー 184 と同一の方向に出射される。マイクロプリズム 51 を出射した低干渉性光は被検体に照射される。

【0114】

被検体に照射された低干渉性光およびガイド光は、被検体の表面およびその表面近くの内部組織の光学的な特性が異なる部分で反射および組織中で散乱され、一部は照射時とは逆の光路となる光路を経て第4のシングルモードファイバ10の先端面に入射され、その後端側に伝送される。

【0115】

そして光ロータリジョイント6を経て第1のシングルモードファイバ3の先端面に入射され、その途中の光カップラ部4によって第2のシングルモードファイバ5側に一部が移る。

ここで、低干渉性光の反射光はガルバノミラー19で反射された光と混合される。

【0116】

第2のシングルモードファイバ5の後端からの光は、ダイクロイックミラー172でガイド光のみ透過し、その他の成分は反射し、光検出器12'に入射する。

この光検出器12'に入射した光は、光電変換されて電気信号となる。この信号は干渉光成分のみが抽出されて検波される。そしてデジタル信号に変換されてコンピュータ25に入力される。

【0117】

コンピュータ25は光路長の可変機構14により光路長を変化させるようにして被検体の深さ方向の断層像データを得ると共に、回転駆動装置13を制御して光ロータリジョイント6内の図示しないモータを一定速度で回転させ、1フレーム分の断層像データを得る。

【0118】

コンピュータ25では順次得られた断層像データをその内部の画像メモリに一旦格納し、所定の周期で読み出してモニタ26に断層像を表示する。

【0119】

術者は、内視鏡画像に表示されるガイド光の照射位置から、観察している断層像の位置を判別し、所望の位置に光走査プローブ8を移動させ、必要とする断層

像を得る。

【0120】

ガイド光と、低干渉光の被検体への照射位置は、若干異なるが、このずれは数 mm であり、光走査プローブ 8 の位置決めに支障はない。

また、図 22 (B) に示すように誘電体多層膜面の角度を 45 度から変化させ、例えば反射角を 90° より大きく取った直方形のダイクロイックミラー 186 を用いることにより、より低干渉性光の照射位置に一致させることができる。

【0121】

なお、本実施の形態ではダイクロイックミラー 184、186 を直方形としたが、この形状に限定されるものではない。

【0122】

このように本実施の形態では、ガイド光がファラデー回転子 52 に入射する前に被検体側にガイド光のみを反射することにより、ガイド光が被検体に照射できるので、内視鏡画像を観察しながら、光走査プローブ 8 を所望の位置に走査し、必要とする断層像を得ることができる。

なお、上述した各実施の形態等を部分的等で組み合わせて構成される実施の形態等も本発明に属する。

【0123】

[付記]

1. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光走査プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブで構成され少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

シースの少なくとも光の出射・入射部が設けられた部分が交換可能であることを特徴とする光走査プローブ装置。

【0124】

- 1-1. 付記1において、シースの先端が開口していないもの。
- 1-2. 付記1において、内視鏡の鉗子チャンネル内に挿通可能である。
- 1-3. 付記1において、シース及び光プローブ装置本体との接続部に弾性体で構成された水密シールが設けられている。

【0125】

(付記1の目的) 外側シースの内側が傷ついた場合にも、同じプローブを使用して観察を行える手段を提供する。

(付記1-3の目的) シースを交換しても外部からの液体の浸入、内部からの液体の浸出を防止する。

(付記1の作用) 外側シースの少なくとも照射光・観察光の透過する部分を交換可能にすることにより、外側シースの内面が傷ついた場合は、シースのみ交換して観察を行えるという作用を持つ。

(付記1-3の作用) シースの着脱部に水密シールを設け、外部からの液体の浸入、内部からの液体の浸出を防止する。

【0126】

2. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと、

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

シース内側の概全長にわたって挿入された柔軟なパイプ部材と、

柔軟なパイプ部材の先端側に取り付けられた前記出射・入射部の保持部材と、

該保持部材がシース内面に接する部分に有する角部に曲面部を設けたことを特徴とする光プローブ装置。

【0127】

2-1. 付記2において、該曲面部が、出射・入射部を覆う先端が該半球状であるような保護キャップである。

【0128】

2-1-1. 付記2-1において、保護キャップに光出射・入射のための光学窓を有する。

【0129】

2-1-1-1. 付記2-1において、保護キャップにシース内に封入された液体を通すための孔が設けられている。

【0130】

2-2. 付記2において、シースの少なくとも内部または外部の一方に、少なくとも検出光が透過する部分に耐摩耗性のコーティングが設けられている。

【0131】

2-2-1. 付記2-2において、コーティングが薄膜セラミックスであるもの。

【0132】

2-2-1-1. 付記2-2において、コーティングが窒化チタンであるもの。

2-3. 付記2において、シースの少なくとも内部または外部の一方に、少なくとも検出光が透過する部分に減反射コーティングが設けられている。

【0133】

2-3-1. 付記2-3において、減反射コーティングが誘電体多層膜コーティングである。

【0134】

2-4. 付記2において、柔軟なパイプ部材がコイルシャフトである。

【0135】

2-4-1. 付記2-4において、コイルシャフトが2層以上の多条コイルである。

【0136】

(付記2の目的) 外側シースの内側が内部の光学素子の回転によっても傷つきに

くくする。

(2-1-1-1の目的) 外側シースの内腔に液体を封入した場合、光学素子の出射面に確実に液体が接するようにする。

(付記2の作用) シース内面と光学素子保持部材の接する部分に曲面部を設け、外側シースの内面を傷つけずに、接触するようにする。

(付記2-2の作用) シース内面と光学素子保持部材の接する部分に耐摩耗コーティングを設け、外側シースの内面を傷つけずに、接触するようにする。

(付記2-1-1-1の作用) 封入した液体を通すための孔を設け、光学素子の出射面に空気泡等が残存せず液体に直接接する。

【0137】

3. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されており、先端が開口していないシースと、

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

シース内側の概全長にわたって挿入された柔軟なパイプ部材と、

柔軟なパイプ部材の先端側に取り付けられた前記出射・入射部の保持部材と、

パイプ部材の内腔に設けられた低干渉光を伝送する光ファイバと、

シース内腔とパイプ部材外径間の液体を封止するシールを有し、少なくとも光の出射・入射部とシース内側の腔に屈折率整合液が封止されていることを特徴とする光プローブ装置。

【0138】

3-1. 付記3において、シースの基部に、シース内腔とパイプ部材外径間の液体を封止するシールが設けられている。

3-1-1. 付記3-1において、シールが弾性体で構成されている。

3-1-2. 付記3-1において、パイプ部材が回転可能であり、シール機能が

パイプ部材の回転に対して保たれる。

3-2. 付記3において、シースの基部に、シース内腔とパイプ部材外径間に液体を封入するための注入口が設けられている。

3-3. 付記3において、パイプ部材の基部に、パイプ部材内腔と光ファイバ間の液体を封止するためのシールが設けられている。

【0139】

3-4. 付記3において、屈折率整合液が水である。

3-5. 付記3において、前記出射・入射部が、光ファイバからの光を集光するレンズおよび光軸の方向を該直角に曲げるプリズムを有している。

3-5-1. 付記3-5において、光ファイバ端およびレンズの間隔が光学材料により充填されている。

3-5-2. 付記3-5において、プリズムの反射面に反射コーティングが設けられている。

【0140】

(付記3の背景)

(付記3に対する従来技術)

付記1の従来技術(本文における従来技術)に加え、光透過性を持つ外側シースは一般的にフッ素樹脂、ポリアミド(ナイロン)等の樹脂チューブで構成されるが、これら樹脂チューブの屈折率と、光学素子と外側シース内に封入された空気との屈折率との差は大きいため、外側シースの内側で光の大きな反射が起きる。同様に外側シースの外面でも強い反射が起きる。この反射により、照射光および観察光が弱まり観察のS/N比が悪くなる。

また、OCTの原理上、光路上の反射強度と光路長の相関を検出するため、強い反射を有する2つの面が近傍にあると光が反射面間を多重反射し、反射面が実際には存在しない光路長の部分に強い反射強度を検出してゴーストとなる。生体からの散乱・反射光である観察光は上記のような反射強度に対して弱い光であるため、ゴーストにより観察性能は著しく劣化するという問題があった。

【0141】

(付記3の目的) 外側シースの内面の反射を減衰させる手段を提供する。

さらに、外側シースの内側に生じた内部の光学素子の回転により生じた傷による乱反射による損失を減衰させる。

(3-5-2の目的) プリズムの反射面と屈折率整合水が接しても、プリズムの反射率の低下による照射光・観察光の減衰を防止する。

(付記3の作用) 外側シース内腔と光学素子の間に屈折率整合液を封入し、外側シースと内部にある整合液の屈折率差を小さくし、界面での反射を減衰させ、観察の障害となるゴースト等を防止する。

さらに、光学素子の回転により外側シースの内側に傷が生じても、外側シースと内部にある整合液の屈折率差が小さくし、界面での反射が小さいため、乱反射の影響が小さくなる。

(付記3-5-2の作用) プリズムの反射面に反射コーティングが設けられているため、プリズム反射面と屈折率整合水が接しても、プリズムの反射率が低下しない。

【0142】

4. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと、

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と

出射・入射部が、光ファイバからの光を集光するレンズおよび光軸の方向を該直角に曲げるプリズムを有する先端光学部材より構成され、

シース内側の概全長にわたって挿入された柔軟なパイプ部材と、

パイプ部材の内腔に設けられた低干渉光を伝送する光ファイバと、

光ファイバ端を保持するファイバ保持部材と、

柔軟なパイプ部材の先端とファイバ保持部材と先端光学部材を接続する接続部材を有し、

柔軟なパイプ部材と接続部材の接合部がファイバ保持部材の長さの範囲内に存在することを特徴とする光プローブ装置。

【0143】

4-1. 付記4において、ファイバ保持部材が、光ファイバの少なくとも芯線を挿通した円筒状の部材であり、少なくとも全長の一部に柔軟なパイプ部材の内径よりも小さな外径を有する。

4-1-1. 付記4-1において、ファイバ保持部材が、光ファイバの芯線および被覆を同時に挿通したパイプ部材であり、柔軟なパイプ部材の内径よりも小さな外径を有する。

4-2. 付記4において、接続部材は少なくとも一部に柔軟なパイプ部材の外径よりも大きな内径を有し、該内径部に柔軟なパイプ部材の先端を接合する。

【0144】

(付記4の背景)

(付記4に対する従来技術) 特表平6-511312、特願9-313924に開示されるようなプローブでは、光ファイバ端を光学素子に対して保持するためには光ファイバを挿通し、高精度に位置決めして保持するフェルールと呼ばれるパイプ状の部品を用いる。フェルールと光ファイバの接合強度の維持のために接合には一定の長さが必要である。それに対して、内視鏡の鉗子孔にプローブを挿通して体腔内に挿入する場合など、プローブを小さな湾曲半径で湾曲させたい場合、光学素子の長さ+フェールの長さ+回転チューブの接合部で示される硬質長は短くする必要が有る。

しかし、それぞれの長さは仕様および接合強度で定まるため、硬質長が短くできないと言う問題点が有った。

【0145】

(付記4の目的) プローブ先端部の硬質長を短縮する。

(付記4の作用) フェールの長さの範囲内に回転チューブの接合部を設けることにより、硬質長を短縮する。

【0146】

5. 被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体

の断層像を構築する光イメージング装置であって、
 低干渉性光を被検体に伝送するためのシングルモードファイバが内蔵された交換可能な光コネクタ部を持つ光プローブ部と、
 前記光プローブ部と接続し、被検体から戻ってきた低干渉性光と基準光とを干渉させるとともに、前記干渉位置を光軸に対し軸方向に走査するため、その走査範囲に対応した伝搬時間を変化する第1の伝搬時間変化手段と、
 光プローブの先端光学部材の光学係数の変化とその光路長を検出する検出手段と、
 光学係数の変化とその光路長より光プローブの光路長を算出する算出手段と、
 算出された光プローブの光路長に対応して伝搬時間を変化する第2の伝搬時間変化手段と、
 を有する光イメージング装置。

【0147】

5-1. 付記5において、検出手段が、少なくとも第1または第2の伝搬時間変化手段の一方により伝搬時間を変化させ、光プローブ内の光学部材から戻ってきた低干渉性光と基準光とを干渉させ、前記干渉位置を光軸に対し軸方向に走査し、その干渉強度と干渉位置を検出するもの。

5-2. 付記5において、光学係数の変化が、光学素子の表面の反射強度であるもの。

【0148】

5-2-1. 付記5-2において、光プローブ先端部が、光ファイバおよび光ファイバからの光を集光するレンズおよび光軸の方向を該直角に曲げるプリズムを有し、算出手段が、光ファイバ端、レンズ表面、プリズム面の反射強度のピークにより光プローブの光路長を算出するもの。

5-2-2. 付記5-2において、光プローブが、全長の大部分が柔軟な樹脂チューブであって少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースを有し、算出手段がシースの外表面または内面の反射強度のピークにより光プローブの光路長を算出するもの。

5-2-3. 付記5-2において、光学素子各面の反射強度および反射間隔より

光学素子の位置を同定し、光プローブの光路長を算出するもの。

【0149】

(付記5の背景)

(付記5に対する従来技術) 特表平6-511312では光プローブを交換して使用した場合における個々の光プローブの長さのバラツキを考慮していないので、長さのバラツキのために、断層像を得る範囲が狭くなったり、さらには断層像を得ることができなくなる欠点があった。また、体腔内で使用場合には、内視鏡の観察下で使用できるようにすることが望まれ、その場合には内視鏡の鉗子チャンネル内を挿通して使用するが便利であるが、従来例では内視鏡の鉗子チャンネルの長さに応じて交換使用できるものを提案していなかった。

それに対し、特願9-313924では観察のための光路長の走査手段とは別に光路長の変手段を設け光プローブの長さの変化に対応させているが、個々の光プローブの長さの微少なばらつきに関しては観察者が調整する必要があり、煩雑であるという問題が有る。

【0150】

(付記5の目的) 光プローブを交換した場合にも、光路長の長さのバラツキを自動的に補正して、確実に断層像を得ることができる光イメージング装置を提供する。

(付記5の作用) 付記5の構成により、光プローブの光路長を自動的に校正することで、光プローブを交換して使用した場合にも、正しい観察像が得られる。

【0151】

6. 被検体内に挿通可能な細長の挿入部と、

低干渉光を発生する低干渉光源と、

前記低干渉光と波長の異なる可視光を発生する可視光源と、

前記挿入部に挿通され、前記挿入部の先端側へ前記低干渉光を導くとともに、被検体より反射された反射光を検出するための1つのシングルモードファイバからなる導光手段と、

前記シングルモードファイバからの低干渉光を前記挿入部先端の側端面より被検体に照射するための反射手段と、

前記シングルモードファイバと反射手段の間に配置され、前記低干渉光および反射光の偏光面を回転する偏光面回転素子と、

前記可視光源から発せられる可視光を前記導光手段に導光する可視光合成手段と、

を備えた光断層画像装置用の光プローブにおいて、

前記シングルモードファイバと前記偏光面回転素子の間に前記可視光を反射し、前記低干渉光を透過する光選択手段を前記反射手段低干渉光を反射する所定の方向と同じ方向に可視光を反射するように配置したことを特徴とする光プローブ。

6-1. 付記6において、前記光選択手段は、ダイクロイックミラーである。

【0152】

(付記6の背景)

(付記6に対する従来技術) 従来技術として、特表平6-511312がある。また、ファラデーローデータを使用した文献がある。OCTに用いられる干渉系において、物体側の干渉系のアームにある光走査プローブに設けられたファラデーローデータと、参照側のアームにあるファラデーローデータによって、光走査プローブの湾曲により内部にあるファイバが湾曲することによって生じる複屈折性を補償することができることは、“Rapid acquisition of in vivo biological images by use of optical coherence tomography”, G.J.Tearney et.al, Optics Letters, vol.21, NO.17, p.1408-1410, 1996に開示されている。

被検体に低干渉光を照射し、光断層像を得る場合、より深部の像を得るために、低干渉光には800nm以上の赤外域の波長を用いることが有利である。また、目視することのできない低干渉光の照射位置を確認するため、可視光を、低干渉光と同光軸上に照射してガイド光とする光断層画像装置がある。

しかし、ファラデー回転子は光の透過特性に波長依存性があり、低干渉光の波長帯域を透過させた場合、可視光帯域の波長をほとんど透過しない為、低干渉光と可視光を同光軸上に配置しただけでは、可視光はファラデー回転子により反射され被検体に照射されず、ガイド光として利用できないという問題があった。

【0153】

(付記6の目的)

ファラデー回転子が低干渉光の導光光学系内に配置されていても、可視光をガイド光として被検体に照射し、低干渉光の照射位置を確認することのできる光断層画像装置用の光プローブを提供することを目的として付記6構成にした。

(作用) 低干渉光と可視光をファラデー回転子の手前で分離し、それぞれの光を被検体に照射することにより、低干渉光の照射位置を目視することができる。

【0154】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築する光イメージング装置用の光走査プローブ装置であって、

全長の大部分が柔軟な樹脂チューブで構成され少なくともその先端は光透過性の良い素材で形成されているシースと、

シースの光透過性の良い素材で形成されている部分の内側に設けられ、光をシース内側に向けて出射し、その透過光をシース外側の被検体に照射し、被検体からの反射・散乱・励起光をシースを透過して入射するような光の出射・入射部と、

シースの少なくとも光の出射・入射部が設けられた部分が交換可能にしているので、シースの内面が傷ついた場合は、その傷ついたシースのみ交換して観察を行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態を備えた光イメージング装置の全体構成を示す図。

【図2】

光走査プローブ装置が挿通される内視鏡を光走査プローブ装置と共に示す図。

【図3】

光走査プローブ装置及び回転駆動装置の概略の構成を示す断面図。

【図4】

光走査プローブ装置の先端側の構成を示す断面図。

【図 5】

図 4 とは異なる構成の光走査プローブ装置の先端側の構成を示す図。

【図 6】

異なる構成の光走査プローブ装置の先端側の構成を示す断面図。

【図 7】

さらに異なる構成の光走査プローブ装置の先端側の構成を示す断面図。

【図 8】

コネクタ部の詳細な構成を示す断面図。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態の光走査プローブ装置の先端側を示す断面図。

【図 10】

本発明の第 3 の実施の形態の光イメージング装置における光路長の可変機構の構成を示す図。

【図 11】

図 10 の変形例における光路長の可変機構の構成を示す図。

【図 12】

モニタ像を示す図。

【図 13】

光路長を変化させながら得られる反射情報を示す図。

【図 14】

像の中心となる光路長を決定する方法の手順を示すフローチャート図。

【図 15】

光走査プローブ装置の先端側にキャリブレーション治具を配置した様子を示す図。

【図 16】

キャリブレーション治具からの反射情報を利用して像の中心となる光路長を決定する方法の手順を示すフローチャート図。

【図 17】

水平方向に走査する光走査プローブ装置の先端側を示す図。

【図 18】

図 17 の光走査プローブ装置により得られる OCT 像を示す図。

【図 19】

正面をリニアに走査する光走査プローブ装置の先端側を示す図。

【図 20】

図 19 の光走査プローブ装置により得られる OCT 像を示す図。

【図 21】

本発明の第 4 の実施の形態の光走査プローブ装置を備えた光イメージング装置の構成図。

【図 22】

光走査プローブ装置の先端側の構成を示す断面図。

【符号の説明】

- 1 A … 光イメージング装置
- 2 … 低干渉性光源
- 3 … 第 1 のシングルモードファイバ
- 4 … 光カップラ部
- 5 … 第 2 のシングルモードファイバ
- 6 … 光ロータリジョイント
- 7 … 第 3 のシングルモードファイバ
- 8 … 光走査プローブ（装置）
- 9 … コネクタ部
- 10 … 第 4 のシングルモードファイバ
- 11 … 生体組織
- 13 … 回転駆動装置
- 14 … 光路長の可変機構
- 16 … グレーティング
- 18 … 1 軸ステージ
- 19 … ガルバノメータミラー
- 20 … ガルバノメータコントローラ

2 1 …位置制御装置

2 6 …モニタ

2 5 …コンピュータ

2 7 …観測装置

3 8 …光学シース

4 0 …フレキシブルシャフト

8 6 …シース止め

8 7 …口金部

8 8 …折れ止め

9 0 …コネクタ止め

9 1 …光コネクタ

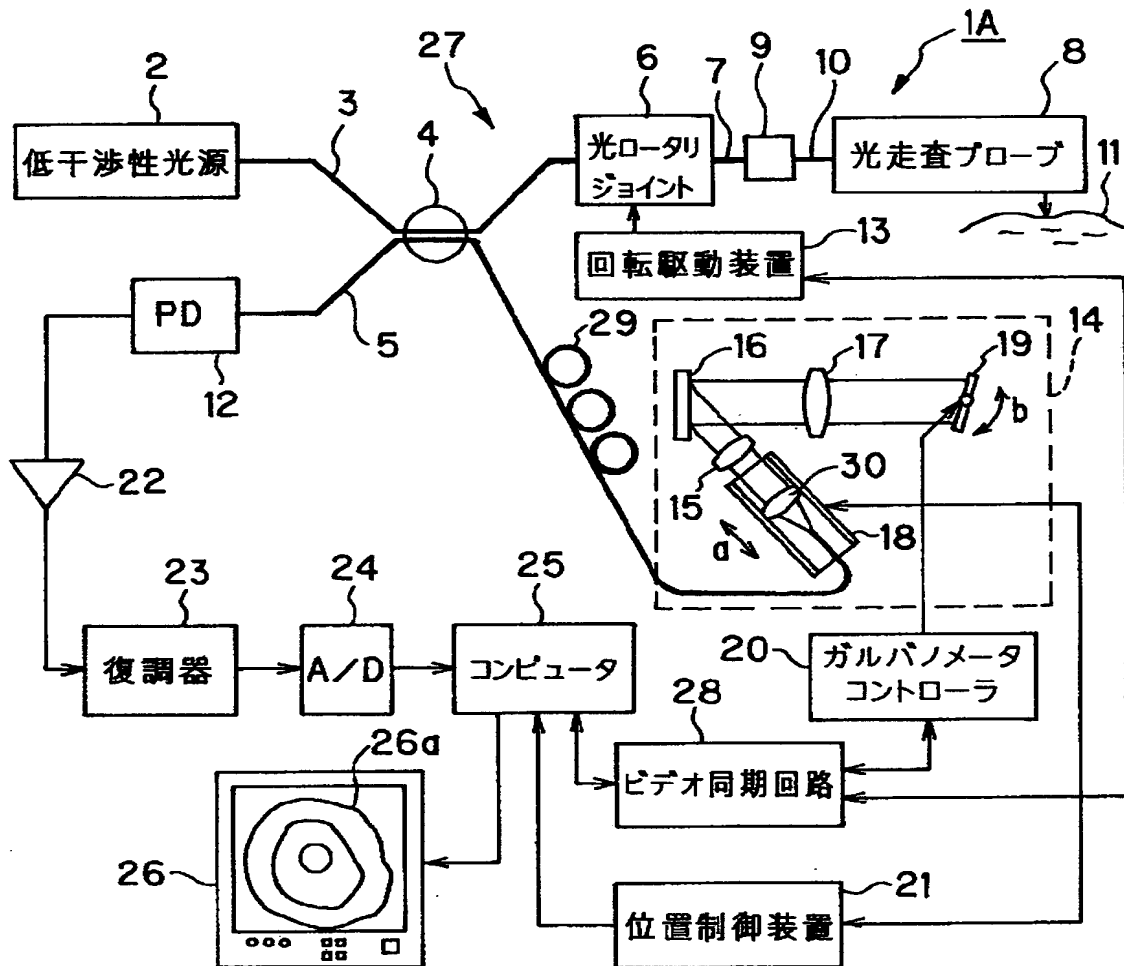
9 3 …軸受け

9 4 …軸受け台

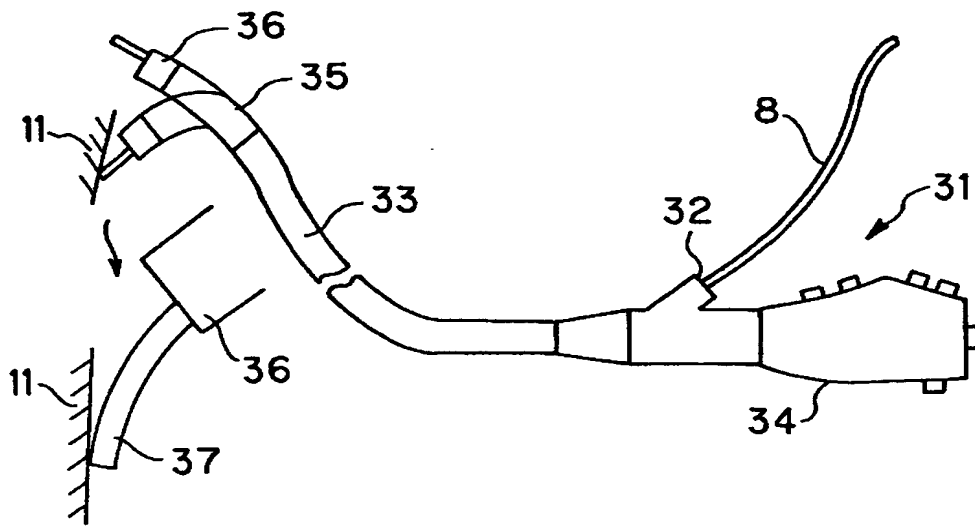
代理人 弁理士 伊藤 進

【書類名】 図面

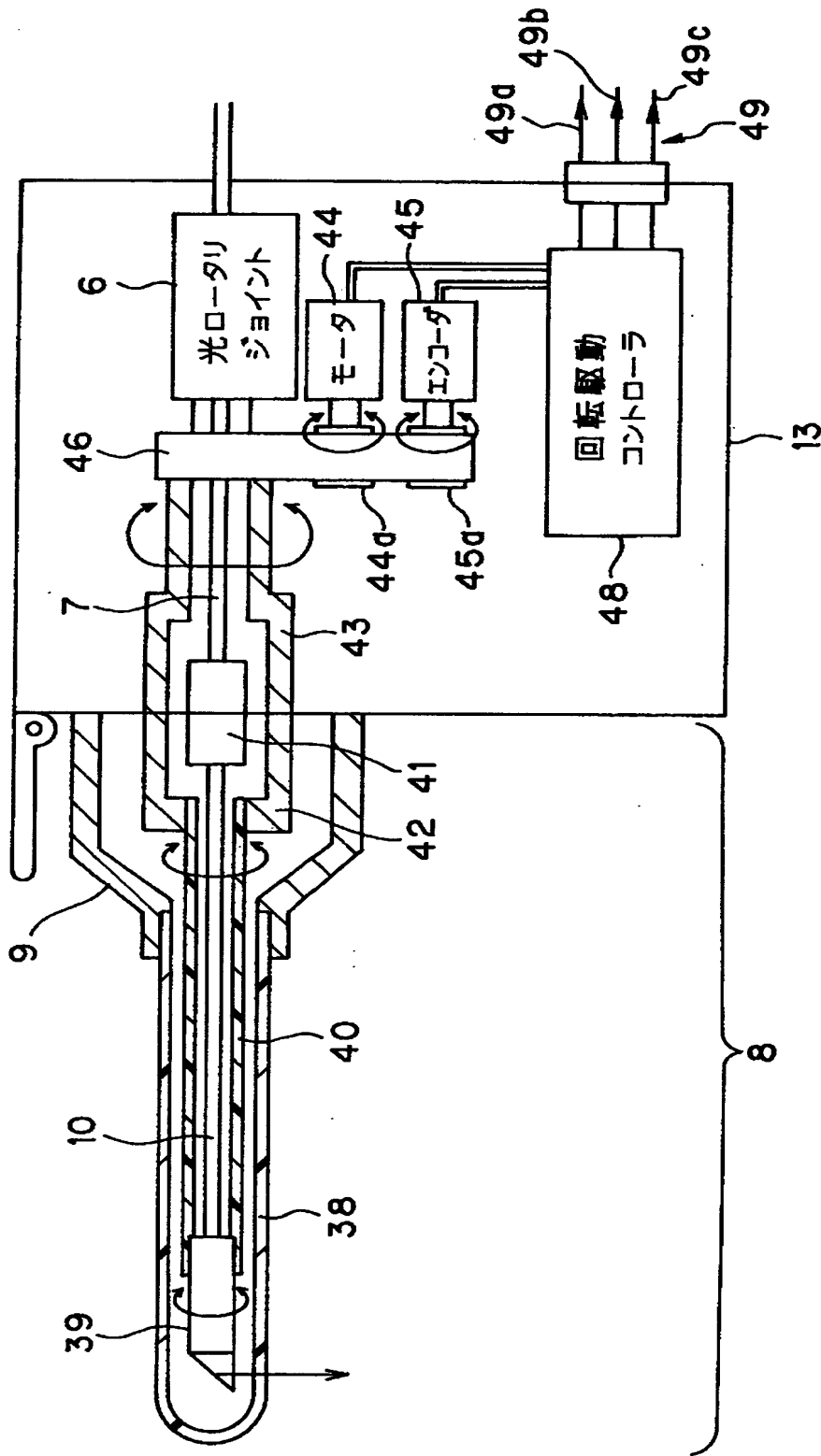
【図 1】



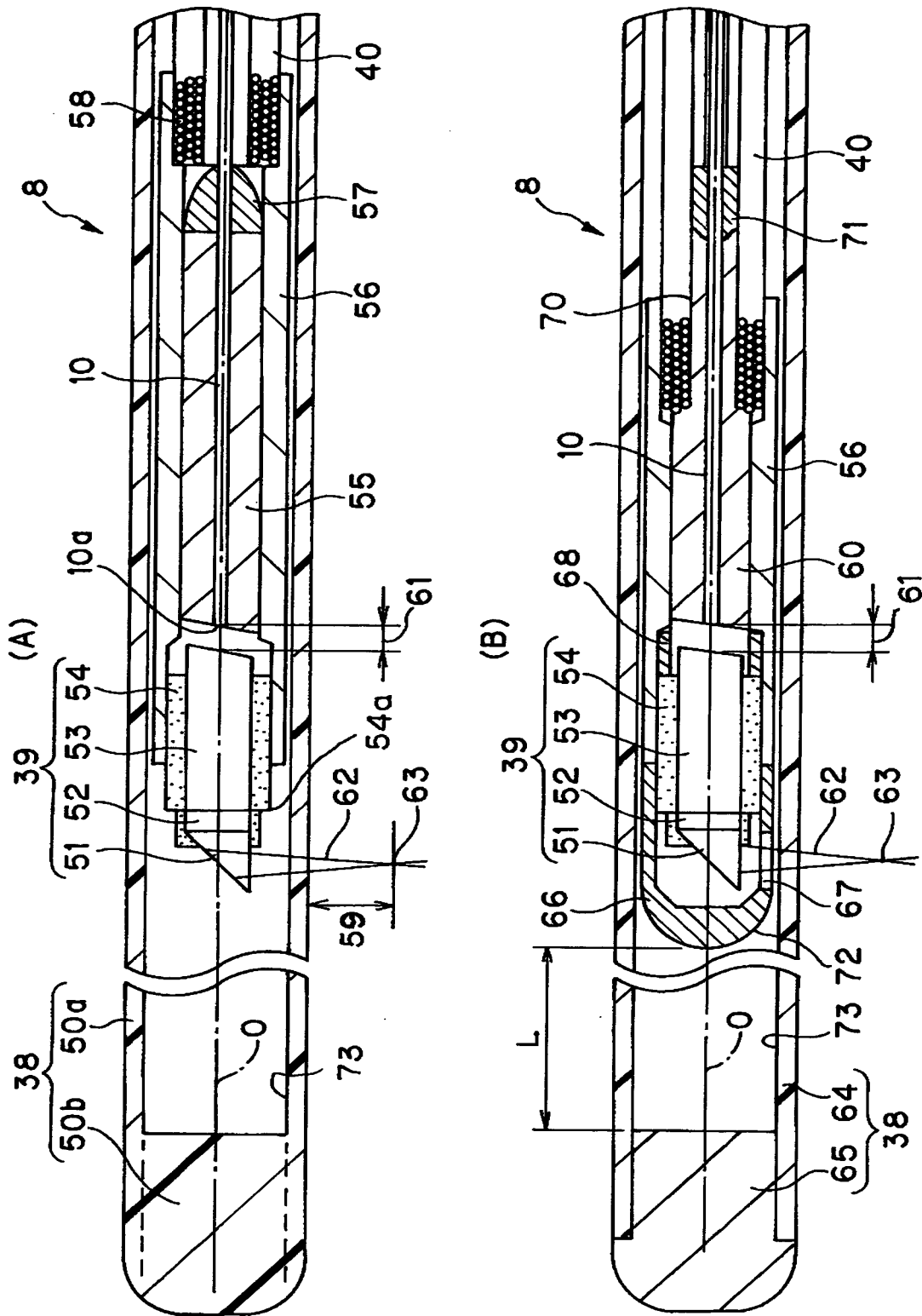
【図 2】



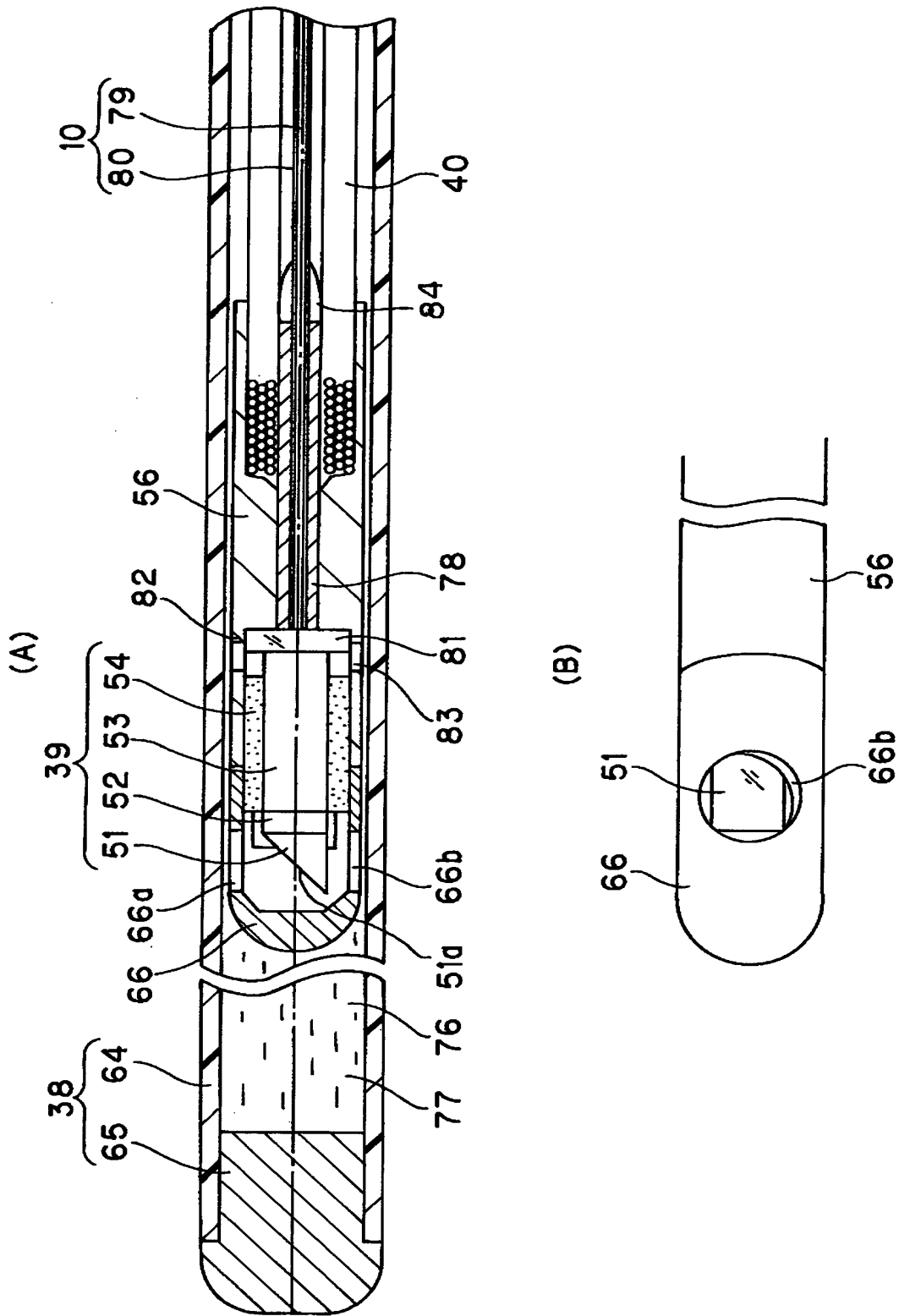
【図 3】



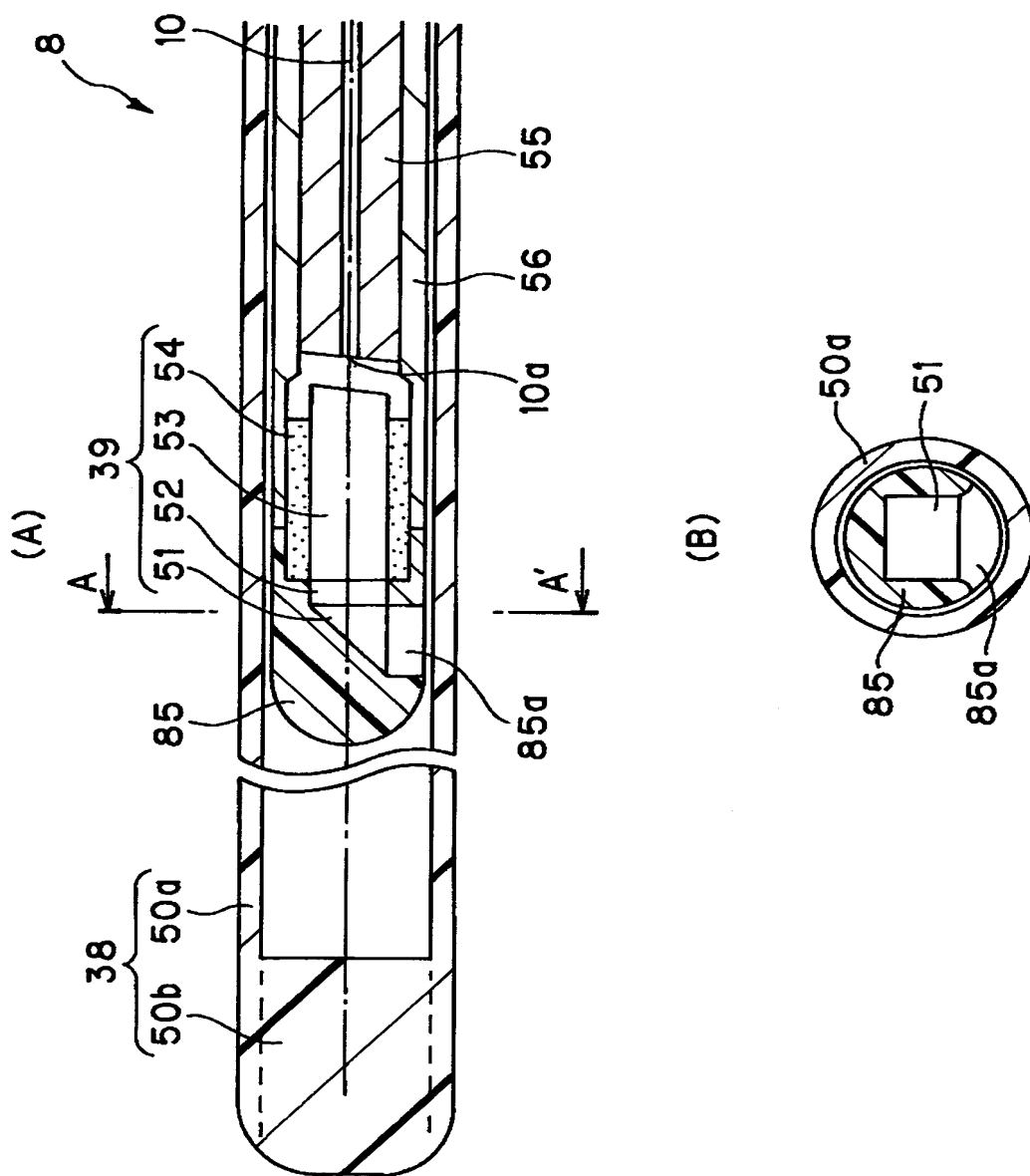
【図 4】



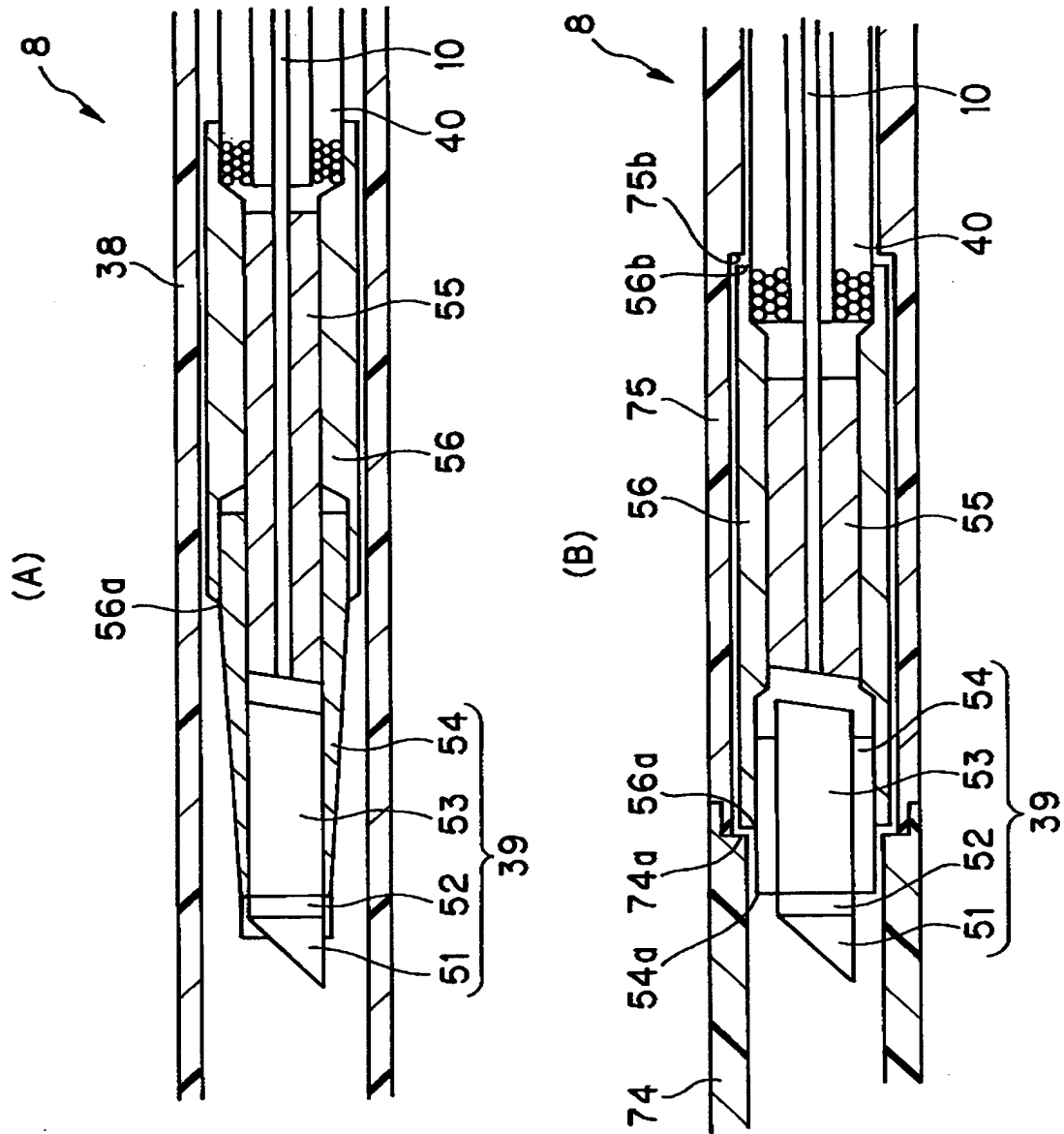
【図 5】



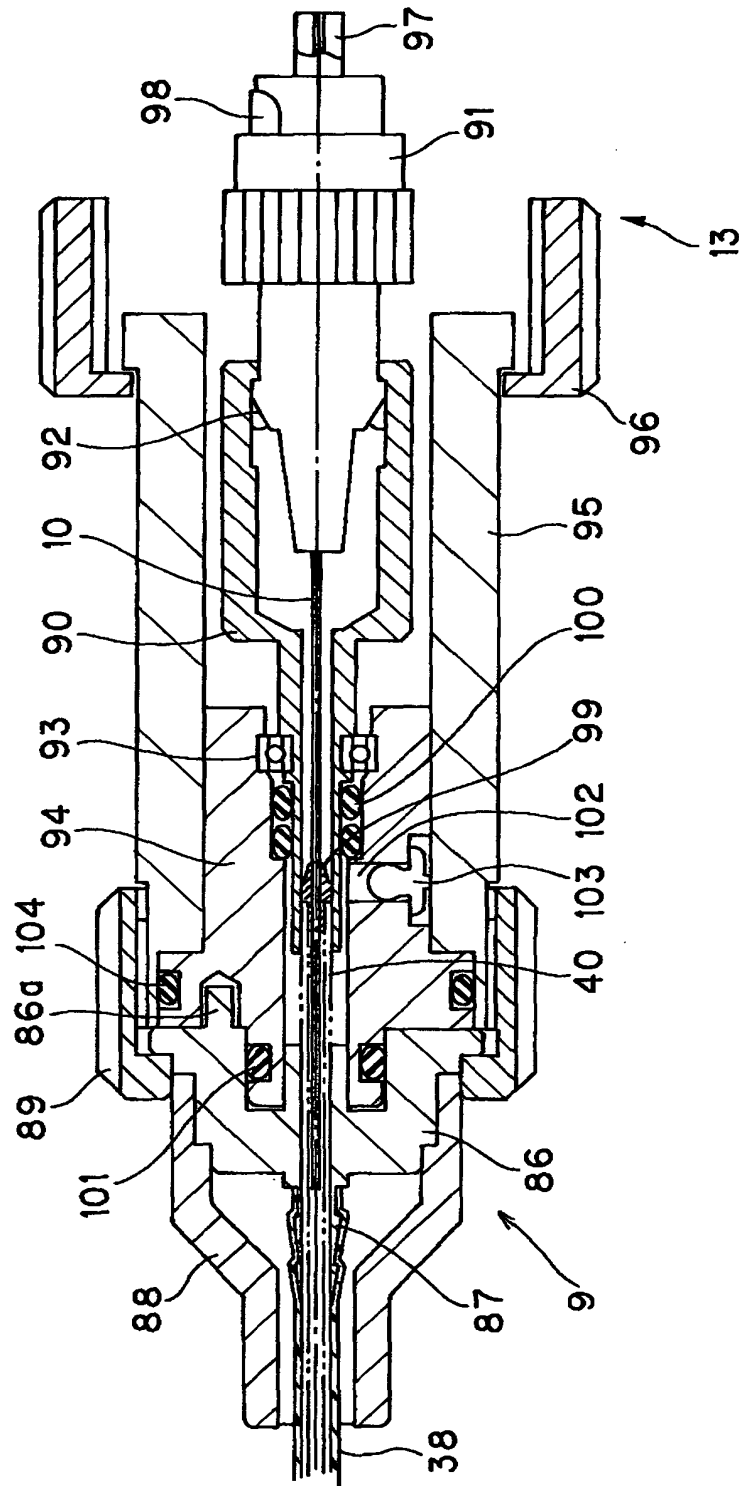
【図6】



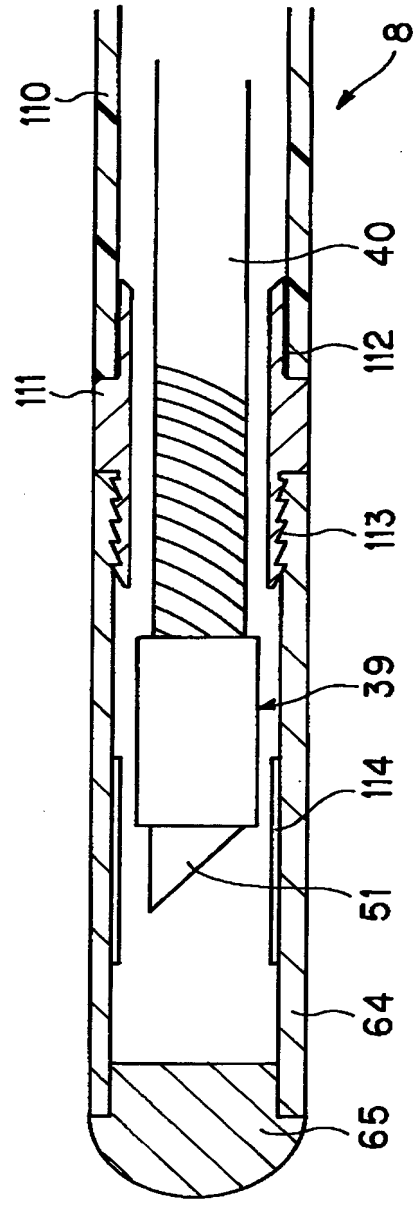
【図 7】



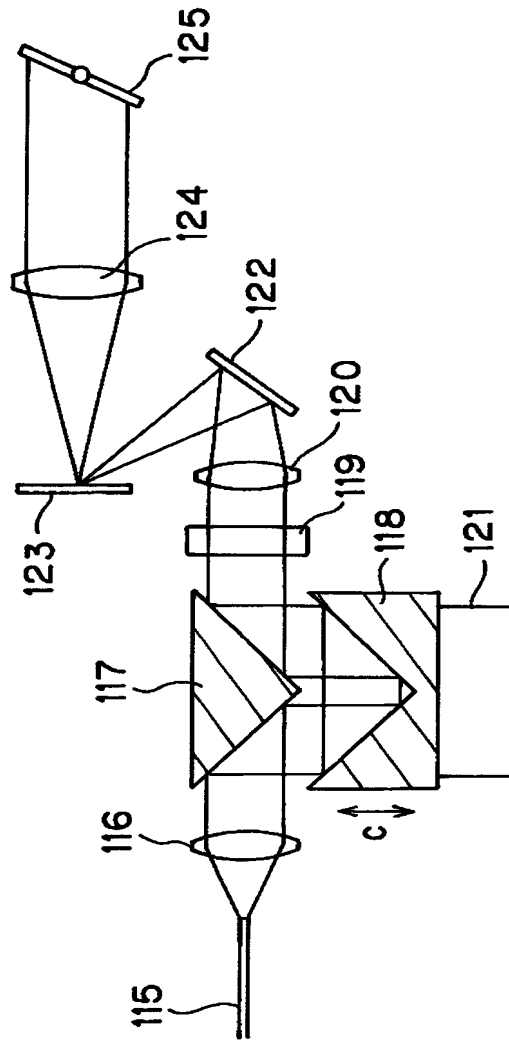
【図 8】



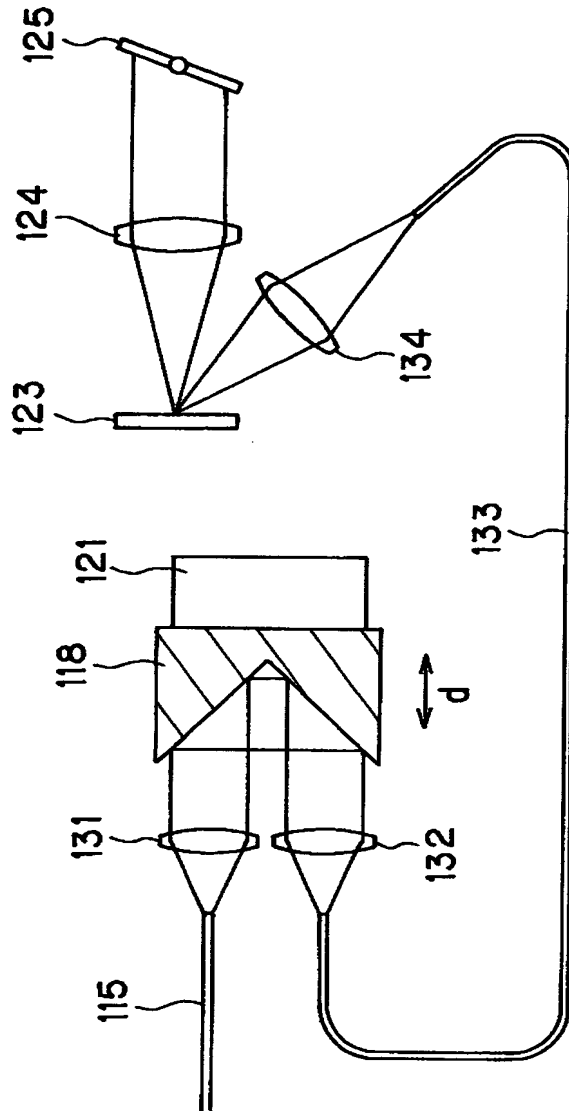
【図9】



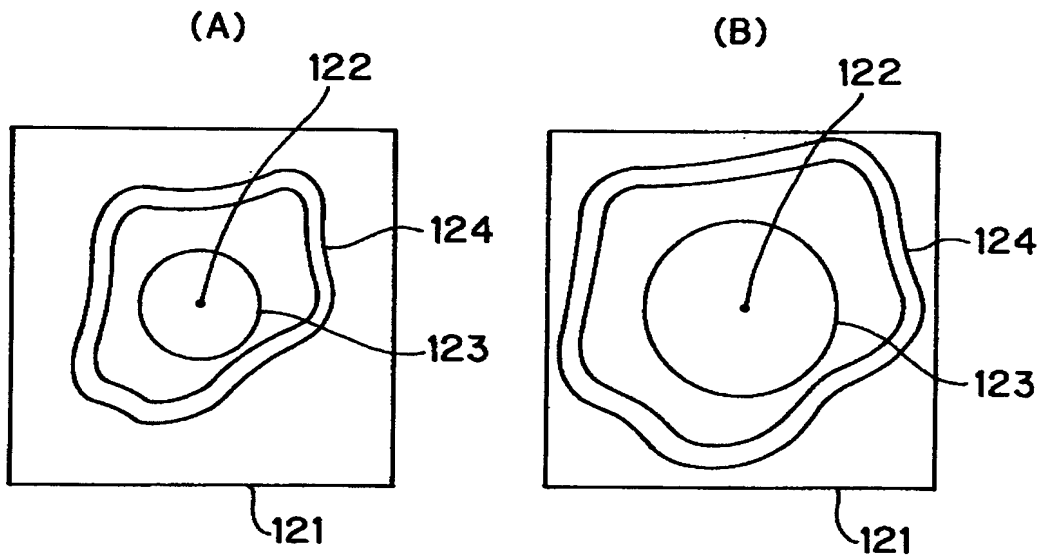
【図 10】



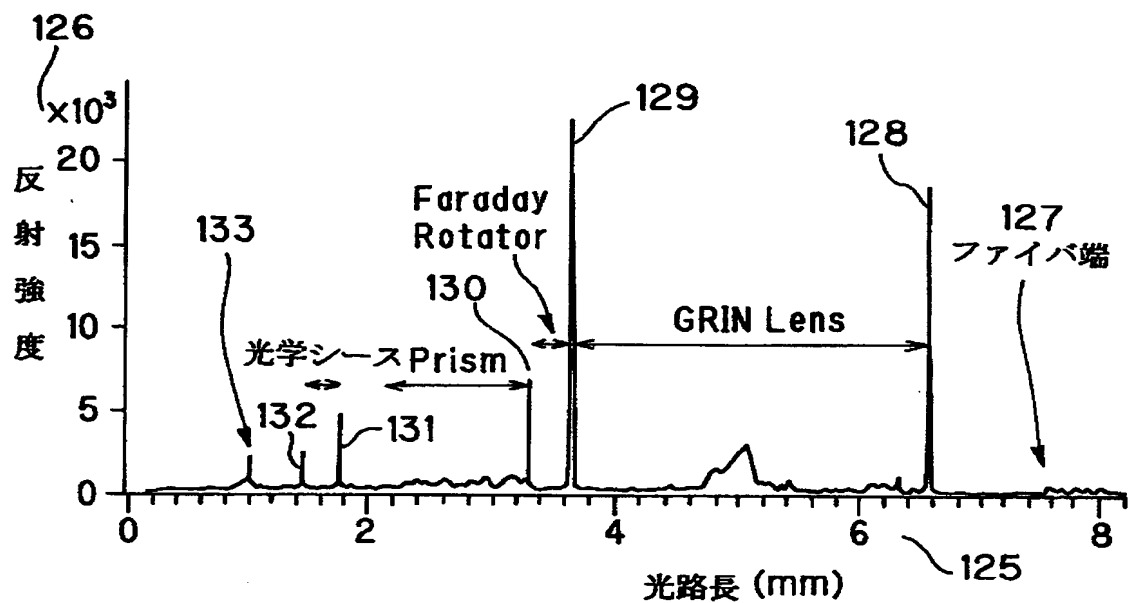
【図 11】



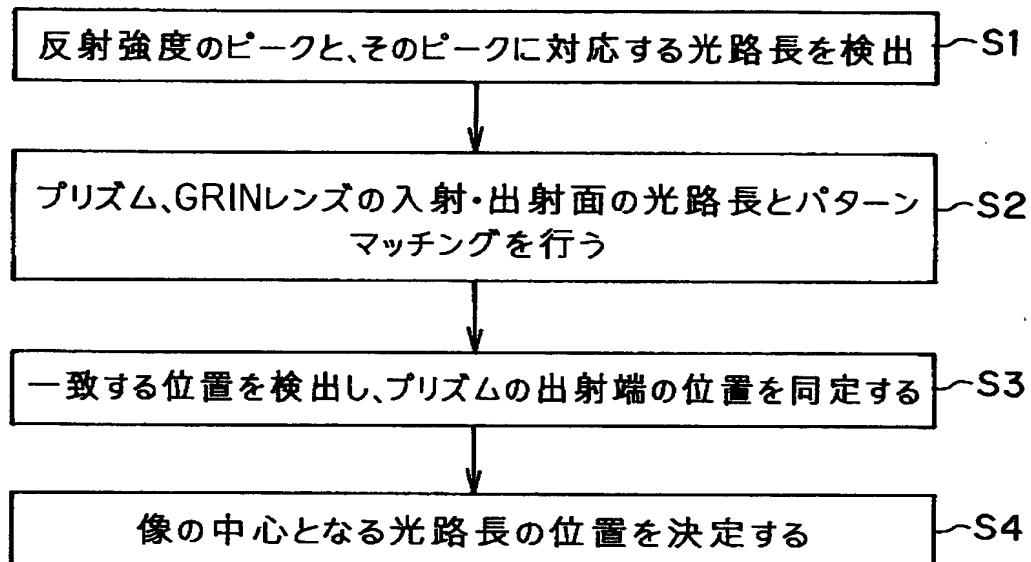
【図 12】



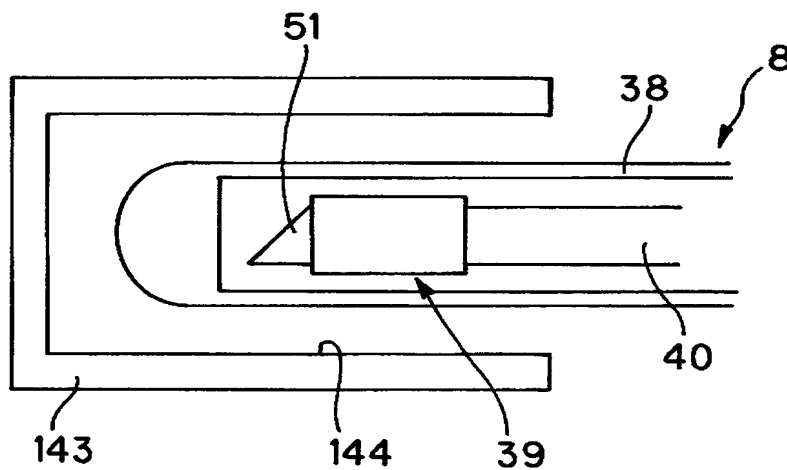
【図 13】



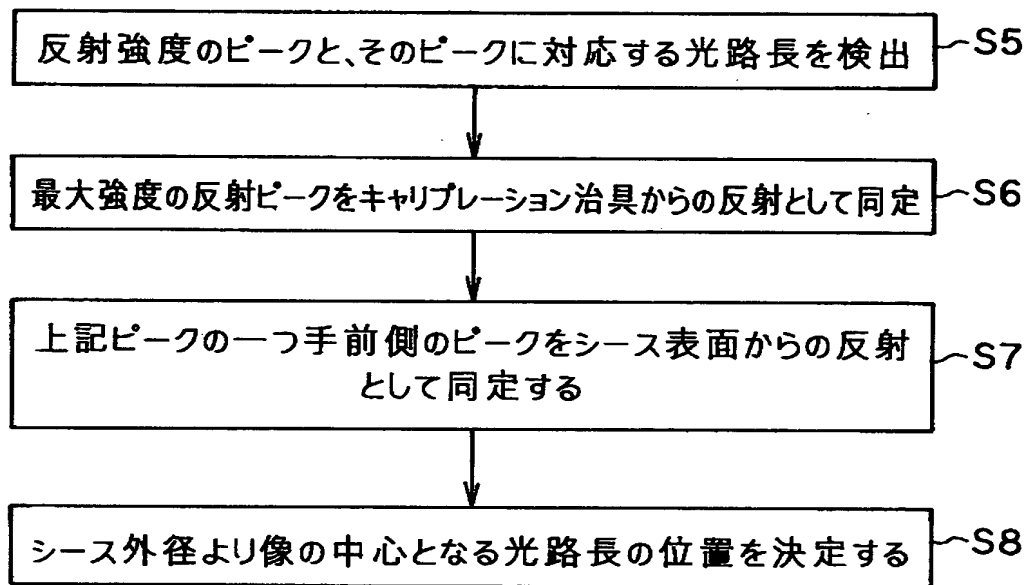
【図 14】



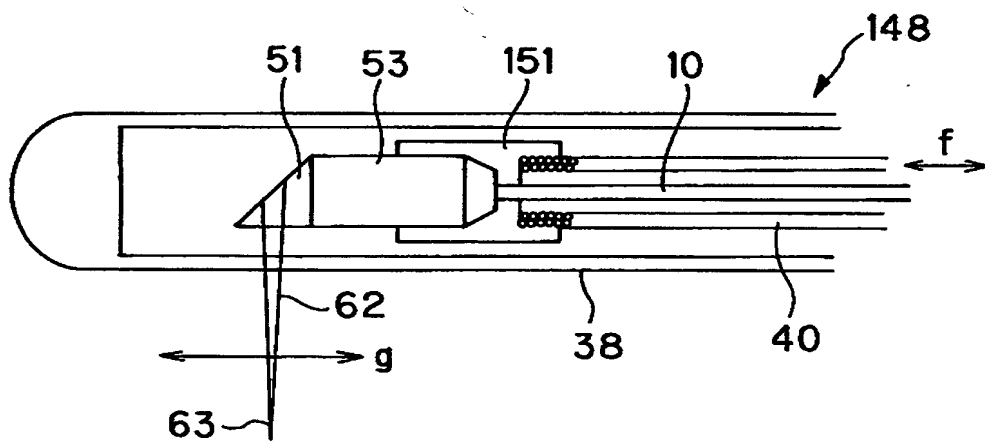
【図 15】



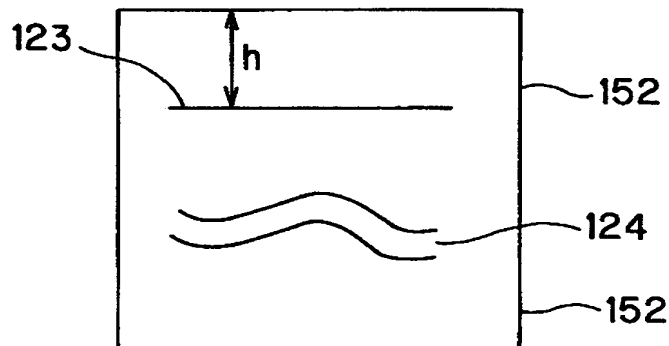
【図 16】



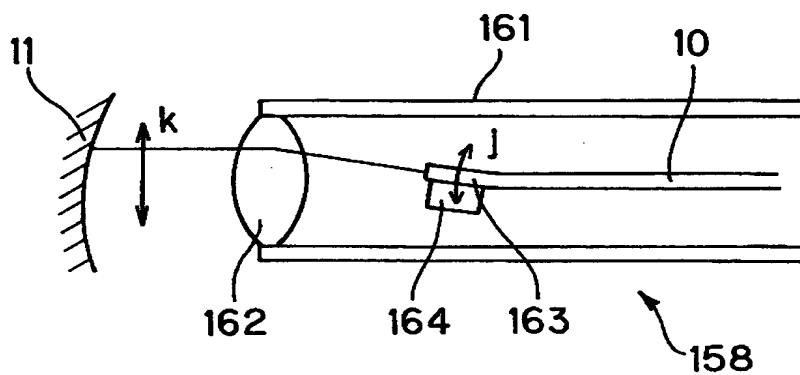
【図 17】



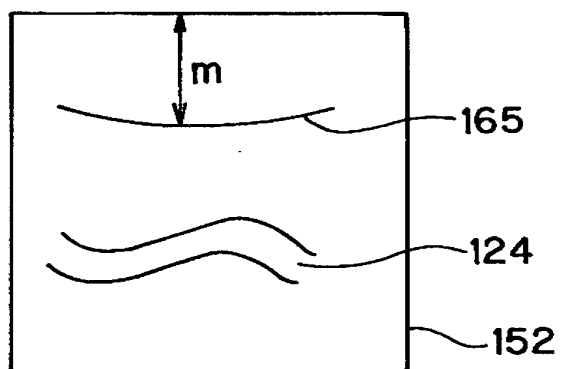
【図 18】



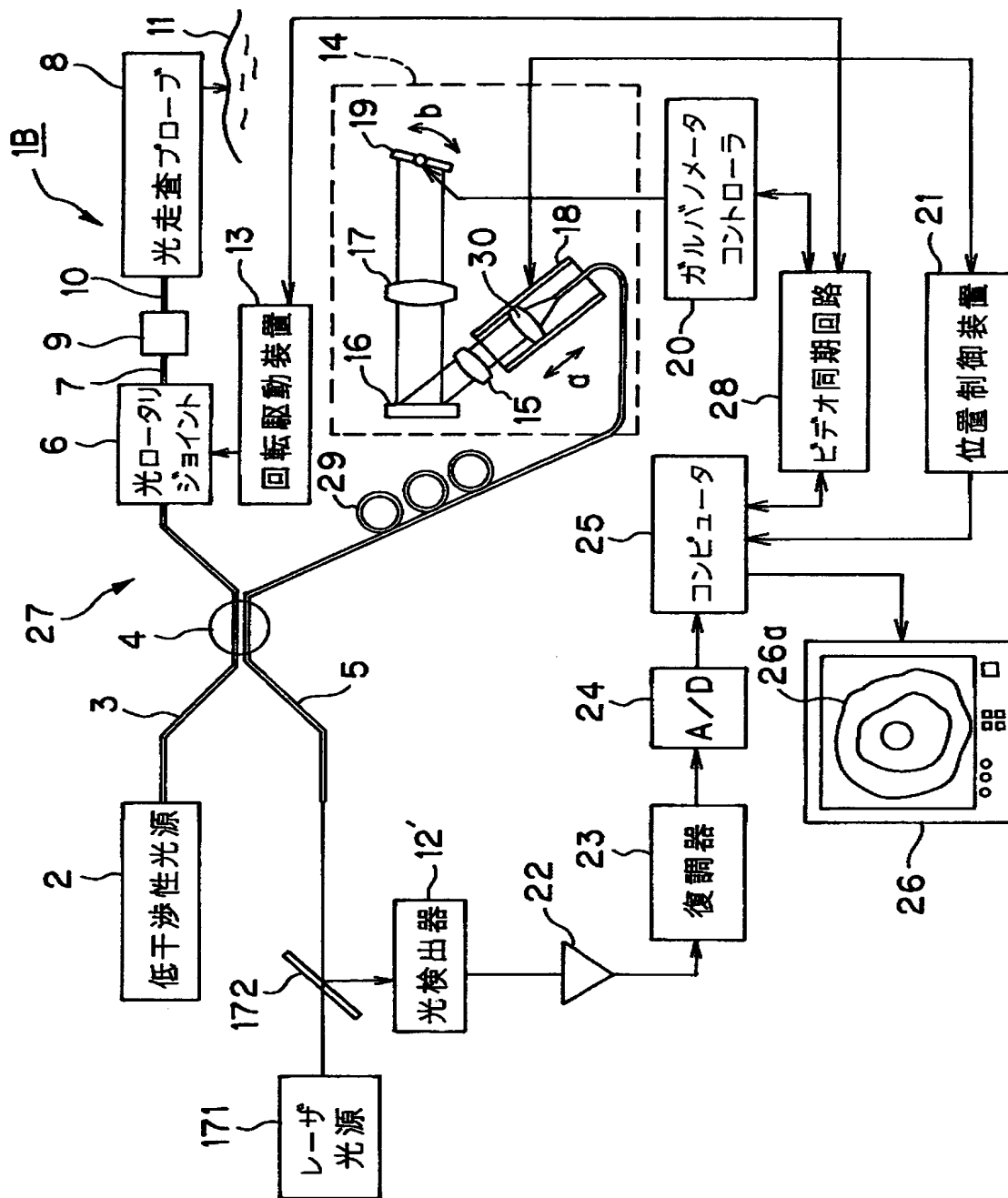
【図 19】



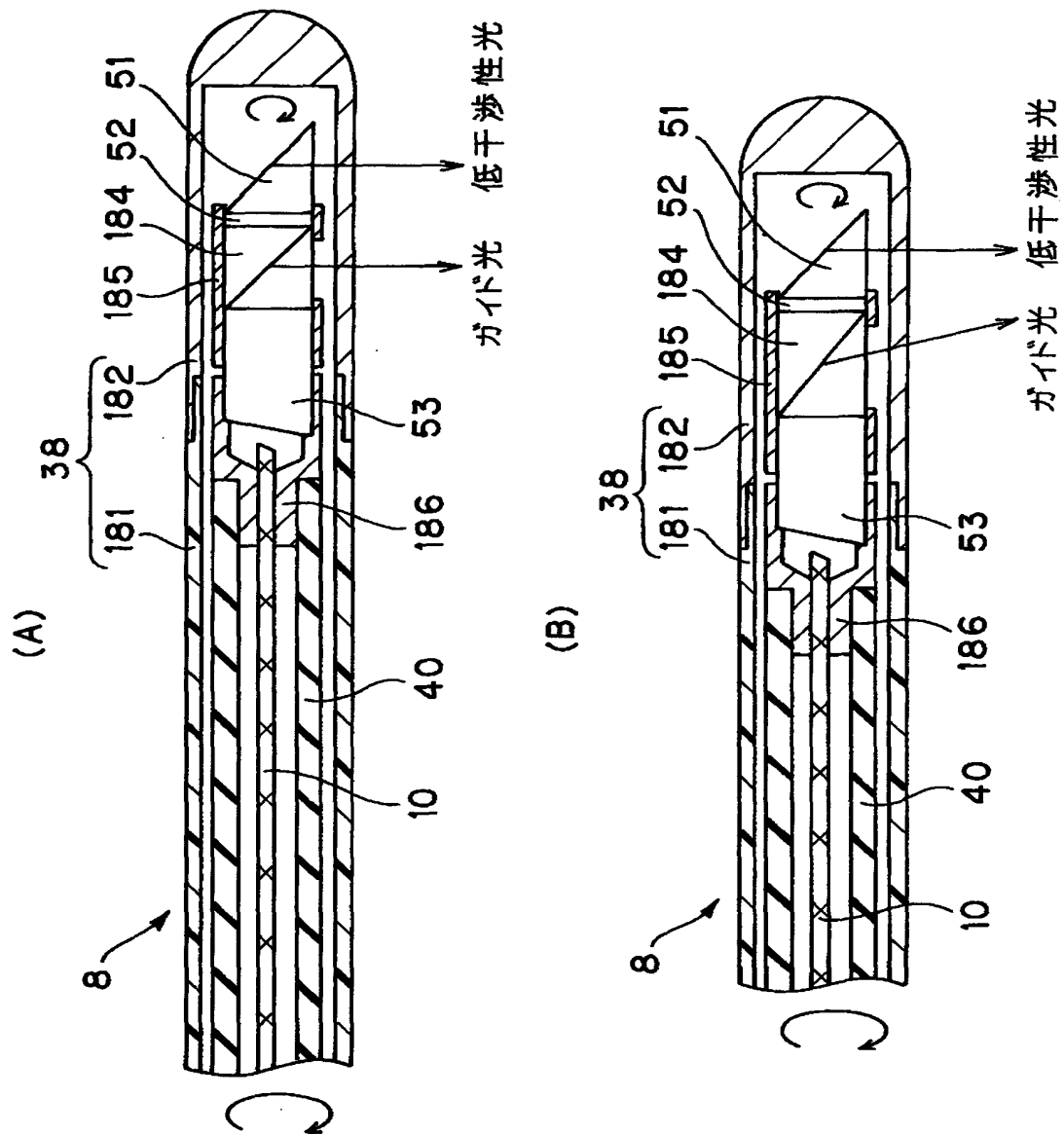
【図 20】



【图 2 1】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シースの内側が傷ついた場合にも、シース部分を交換することにより再び観察像を得るのに使用できる光走査プローブ装置を提供する。

【解決手段】 光走査プローブの光学シース 38 内に挿通されるフレキシブルシャフト 40 の内側には第 4 のシングルモードファイバ 10 が配置され、この光学シース 38 の基端側のコネクタ部 9 は観測装置の回転駆動装置 13 に着脱自在であると共に、光学シース 38 の基端はシース止め 86 の前面に突設した口金部 87 に着脱自在で接続する構造にして、光学シース 38 の内面に傷が付いても、光学シース 38 部分を取り外して交換することにより、再び光走査プローブ 8 を使用できるようにした。

【選択図】 図 8

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000000376

【住所又は居所】

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

【氏名又は名称】

オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100076233

【住所又は居所】

東京都新宿区西新宿 7-4-4 武蔵ビル

【氏名又は名称】

伊藤 進

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社